Th. Albert Golz

Der

Verlauf der Stoffaufnahme

und seine Bedeutung für die

Düngerlehre.

Erster Bericht

aus

dem landwirthschaftlichen Laboratorium und der Versuchs-Anstalt der Großherz. Lehranstalt für Landwirthe an der Universität Jena.

Herausgegeben

von

Dr. G. Liebscher.

Separatabdruck aus Journal für Landwirthschaft, 35. Jahrg., Heft 4.

Göttingen, Druck der Univ.-Buchdruckerei von W. Fr. Kästner.

Einleitung.

Die Fortschritte, welche die Landwirthschaft in unserem Jahrhundert gemacht hat, hängen zum weitaus größten Theile eng zusammen mit der Entwicklung unserer theoretischen Ansichten über die Pflanzen-Ernährung sowie mit der praktischen Verwerthung dieser Theorien bei der Düngung. Wenn man aber sich die Aufgabe stellen wollte, diese Fortschritte objectiv geschichtlich darzustellen, so würde man wohl zu dem Resultate kommen, daß die Auffassung, welcher wir in der Literatur jetzt meist begegnen und nach welcher alle wichtigen Fortschritte der Praxis zurückzuführen sind, auf die Entdeckungen und geistigen Arbeiten der Theoretiker, doch nicht frei ist von einer tüchtigen Portion Einseitigkeit. Wir werden vielmehr in derselben einen Wettlauf zwischen der Theorie und Praxis zu erblicken haben, in welcher bald die eine bald die andere die Führung übernimmt und das ist ein wahrer Segen, denn nur durch die dabei für den zurückbleibenden herauskommenden Warnungen und Anregungen werden beide auf den richtigen Weg geleitet und zu neuer Thätigkeit befähigt. Wie war die Praxis der Düngung nicht überlegen der gleichzeitigen Theorie zur Zeit Thaers und wurden dadurch nicht wesentlich die erfolgreichen Arbeiten Liebigs gezeitigt? Seine Bedeutung für unsere Wissenschaft ist ja doch vor allem darin zu erblicken, daß er die schon vorher von Pflanzenphysiologen erkannten Thatsachen mit den praktischen Erfahrungen der Landwirthe zu verschmelzen wußte und dadurch eine neue zeitgemäßere Theo-

rie der Düngung schuf. Daraus ergab sich aber mit einem Schlage eine Aenderung in dem gegenseitigen Verhältnisse von Praxis und Theorie. Wie jede gute und zeitgemäße Theorie es thut, eröffnete die neue Lehre ein weites Arbeitsfeld für Theorie und Praxis, vor allem aber für die Erstere, denn es war relativ leicht, mit den exacten Methoden der modernen Chemie Material zu sammeln zur Stütze der genialen Forderung Liebig's, welche in dem „Gesetze des Wiederersatzes" und dem „Gesetze des Minimums" ausgesprochen ist. Dies aber mußte der Theorie einen gewaltigen Vorsprung verschaffen.

Es war mit manchen Schwierigkeiten verknüpft und es ging deshalb langsamer, die Landwirthe von der Richtigkeit dieser Lehre zu überzeugen, die vielen segensreichen Consequenzen aus derselben zu ziehen, welche wir in den modern eingerichteten Wirthschaften bei der Pflanzenkultur beobachten können und deren wichtigster Repräsentant wohl die allgemeine Anwendung der künstlichen Düngemittel ist. Wir können wohl sagen, daß die Grundzüge der Liebig'schen Lehre dem intelligenteren Theile unserer landwirthschaftlichen Bevölkerung jetzt schon vollkommen in Fleisch und Blut übergegangen sind. Diese Repräsentanten der Praxis sind aber dabei nicht stehen geblieben, sondern weiter gegangen, sie haben in jahrzehntelanger Anwendung und Prüfung der Liebig'schen Lehre erkannt, daß diese doch noch viele Antworten auf Fragen schuldig bleibt, welche der Pflanzen bauende Landwirth stellen muß, und daß sie zu Consequenzen führt, die mit seiner Erfahrung vielfach nicht harmoniren. Welche Beruhigung kann es vor allen Dingen heutzutage einem Landwirthe gewähren, wenn er Grund hat sich zu sagen, daß er wirklich Centner für Centner dem Boden in der Düngung dasjenige wiedergiebt, was er an wichtigen Pflanzennährstoffen in seinen Ernten dem Boden entzieht? Darf er sich in solchem Falle wohl sagen, er dünge seine Felder so, daß er wenigstens aus diesem Grunde Maximalernten erwarten könne? Viele sind damit zufriedengestellt, aber es sind wahrlich nicht die schlechtesten Praktiker, die die Düngung ihrer Felder derzeit nicht nach statischen Rechnungen einrichten, sondern nach den rein empirischen Beobachtungen, daß diese oder jene Art der Düngung sich bei der einen Pflanze gut, bei der anderen weniger gut durch Ertragssteigerung bezahlt machte. So düngt der Praktiker den Raps möglichst stark mit Stallmist, die Gerste statt dessen mit Chilisalpeter und Superphosphat und die Lupine gar nicht oder nur mit Kalisalzen, ohne sich dabei viel um die Zusammensetzung der Ernteprodukte zu kümmern. Er befriedigt so das Düngerbedürfniß der einzelnen Pflanzen, während Liebig doch als leitenden Gedanken die Forderung hinstellte, es müsse dem Boden in der Düngung

das wiedergegeben werden, was wir ihm in der Ernte entziehen oder entziehen wollen [1]).

Und die Theorie? sie sucht einstweilen den nicht abzuweisenden Beobachtungen der Praxis ein wissenschaftliches Mäntelchen umzuhängen, so gut es eben gehen will. Unverdrossen arbeiten ihre Vertreter weiter, aber zur Zeit doch wohl unter dem Drucke der Thatsache, daß ihnen in vielen Fragen zur Zeit doch die Praxis einmal wieder voraus ist.

Mancher sagt sich wohl, daß es die höchste Zeit ist, daß irgend einem bald einmal ein guter Gedanke kommt, der wie der von Liebig seiner Zeit, ein ganz neues Feld der Thätigkeit eröffnet und vielleicht dürfen wir einen solchen in den neuesten Entdeckungen Hellriegel's [2]) erblicken. Im Allgemeinen aber müssen wir gestehen, daß der Fortschritt, welchen die letzten Jahrzehnte in der theoretischen Erkenntniß der Fundamente unserer Düngerlehre gebracht haben, noch viel zu wünschen aber auch wohl auf den bisher betretenen Wegen zu erreichen, übrig läßt.

Vielen Forschern erscheint es deshalb schon lange dankbarer, in der Weise dem Ideale der Verbindung von Theorie und Praxis nachzustreben, daß sie ihre durch wissenschaftliche Thätigkeit geschärfte Beobachtungsgabe direct in den Dienst der empirischen Praxis stellen, um in unzähligen Variationen den Kulturpflanzen und Feldern die Frage vorzulegen, wie ihnen wohl diese oder jene Form und Quantität der Dungstoffe behagen möchte. Ist das Ziel solcher Thätigkeit in erster Linie auch ein rein practisches, so bildet doch eine jede gute Antwort einen Stein, der später benutzt werden kann zur Erweiterung des Baues unserer Wissenschaft. Ein sehr wichtiges Resultat ist es doch schon, daß uns die vielen praktischen Düngungsversuche darüber Sicherheit verschafft haben, daß das Düngerbedürfniß der Pflanzen sich nicht deckt mit ihrem Nährstoffbedürfniß, daß eine Pflanze die Zufuhr großer Mengen eines oder des anderen Nährstoffes im Dünger oder im Boden nöthig haben kann (Lein, Raps ꝛc.), trotzdem sie nur einen kleinen Theil davon aufnimmt, während eine andere (Klee, Hülsenfrüchte) bedeutende Nährstoffmengen aufnimmt, ohne für deren Zufuhr in der Düngung dankbar zu sein. Es zwingt die Praxis durch Feststellung dieses Thatbestandes die Theorie der Düngung mehr als es bisher geschehen war, auf die Physiologie der Pflanzenernährung Rücksicht zu nehmen.

Die wichtigsten Versuche, welche in den letzten Jahren gemacht wurden, um die Fundamentalsätze der Düngerlehre so zu ergänzen, daß

---

1) Näheres über derartige Probleme siehe in Drechslers Arbeit, Journal für Landwirthschaft Jahrg. XXXII (1884), S. 308.

2) Möglichkeit der Aufnahme freien Stickstoffs durch die Leguminosen.

sie wieder mit den Resultaten der Praxis im Einklange stehen, scheinen mir, wenn ich einstweilen absehe von den eine Einzelfrage behandelnden epochemachenden Entdeckungen Hellriegel's, die Arbeiten von Drechsler (Journal für Landwirthschaft 1884, S. 308) und von Wagner[1]) zu sein. Der Letztere gab zunächst mit Hülfe seiner überaus exacten Methode der Anstellung von Düngungsversuchen der allgemein bekannten und doch bis dahin theoretisch so wenig gewürdigten Thatsache einen präcisen Ausdruck, daß scharf unterschieden werden muß zwischen dem durch die Zusammensetzung der Pflanze zu ermittelnden Nährstoffbedürfniß derselben einerseits und dem specifischen Düngerbedürfniß derselben Pflanze andrerseits. Die Versuche, namentlich mit Gerste und Erbsen, welche Wagner anstellte, führten zu folgenden Hauptresultaten. Unter sonst gleichen Vegetationsbedingungen wirkte der Stickstoffdünger auf Erbsen so gut wie gar nicht, auf Gerste dagegen in allen Fällen erheblich. Einseitige Kalidüngung wirkte bei Gerste etwas, bei Erbsen gar nicht; Phosphorsäuredüngung wirkte auf beide Pflanzen gut, Kali und Phosphorsäure zusammen noch besser[2]). Eine Stickstoffbeigabe zu diesen 3 Mineraldüngungen steigerte bei den Erbsen den Ertrag nur wenig, bei der Gerste dagegen ganz bedeutend über die Höhe, welche er nur bei Mineraldüngung erreicht hatte. Wagner zog hieraus den Schluß, daß das Vermögen der Erbse, dem Boden Stickstoff zu entziehen, viel größer sei als das der Gerste und daß deshalb die erstere Pflanze nicht, wohl aber die letztere mit Stickstoff gedüngt werden müsse. Hieraus ergab sich dann für ihn als „neues Princip der Düngung" der Satz „die Kulturpflanzen müssen in erster Linie mit denjenigen Stoffen gedüngt werden, die sie sich aus Ursache ihrer specifischen Eigenschaften relativ am schwierigsten anzueignen vermögen".

Der Umstand, daß die stickstoffreichsten Kulturpflanzen wie Kleearten, Erbsen und Wicken wenig dankbar sind für eine Stickstoffdüngung,

---

1) Journal für Landwirthschaft 1883, S. 255 und Landw. Jahrbücher 1883, S. 583. Auch in dem Buche: Düngungsfragen 7. Aufl. Berlin 1887.

2) Auf die Verschiedenheiten in der Wirkung der Mineraldünger bei beiden Pflanzen glaube ich hier nicht eingehen zu können, weil die Pflanzen in der Blüthe geerntet sind. Zu dieser Zeit hat aber, wie wir weiter unten sehen werden, die Gerste etwa 80—90 % ihres gesammten Phosphorsäurebedarfes und das volle Kaliquantum bereits aufgenommen, während die blühende Erbse erst 1/3 der Gesammt-Phosphorsäure und 1/2 des Gesammt-Kali aufgenommen hat. In der Weise wie es Wagner that, lassen sich die erhaltenen Resultate also nicht vergleichen. Auch beim Stickstoff hat aus gleichem Grunde der zahlenmäßige Ausdruck des erhaltenen Resultates von Wagner weniger Bedeutung als die Thatsache selbst, daß Erbsen für Chilisalpeter nicht so dankbar sind wie die Gerste.

während unter den kalireichsten Gewächsen einige sind, die, wie Kartoffeln und Rüben, eine Kalidüngung selten lohnen, verleitete, Wagner außerdem noch zur Aufstellung der Hypothese, daß die Pflanzen für die Aufnahme desjenigen Stoffes, den sie in relativ größter Menge in ihrer Erntemasse aufweisen, auch die größte Aneignungsfähigkeit und damit das geringste Düngerbedürfniß besäßen. Was wir uns unter den „specifischen Eigenschaften" denken sollen, darüber läßt uns Wagner ziemlich im Dunkeln, er meint nur, daß es osmotische Verhältnisse seien. Auch erblickt er die nächstliegende Aufgabe der Forschung weniger darin den doch ziemlich unklaren Begriff specifischer Eigenschaften näher zu definiren, als vielmehr in der Feststellung des specifischen Düngerbedürfnisses jeder einzelnen Pflanze.

Dürfen wir uns in solchem Falle mit dem einfachen Hinweise auf osmotische Verhältnisse begnügen, dann hat Wagner wohl Recht mit der obigen Formulirung seines neuen Principes der Düngung, genügt diese Erklärung aber nicht, so fehlt jeder Beweis dafür, daß wirklich die Schwierigkeit der Stoffaneignung als Grund des verschiedenartigen Düngerbedürfnisses anzusehen sei. Dann ist aber das neue Princip der Düngung nichts anders als ein neuer Ausdruck für die jedem Landwirth geläufige Thatsache, daß nicht alle Pflanzen direct gedüngt werden dürfen, sondern nur diejenigen, bei denen die Düngung erfahrungsgemäß einen guten Erfolg hat. Die Consequenz, daß man durch Düngungsversuche genau feststellen muß, welche Pflanzen dankbar sind für die eine oder die andere Düngung, scheint mir aber von den Landwirthen auch schon seit Jahrzehnten gezogen zu sein. Ohne Wagner's hervorragende Verdienste um die Verbesserung der Methode der Düngungsversuche zu verkennen, will es mir also doch scheinen, als sei durch einen neuen Ausdruck für eine schon bekannte Thatsache, wenn darin nicht eine Erklärung derselben liegt, der Theorie der Düngung nicht genug geholfen. Nun müßten aber doch wohl im Großen und Ganzen bei der Osmose durch die Zellwände der Wurzeln dieselben Gesetze gelten, wie bei anderen osmotischen Vorgängen, d. h. die Schnelligkeit, mit welcher die Nährstoffe diffundiren, wird bei Erbsen wie bei Gerste an erster Stelle eine Function ihrer Molekulargröße sein, vorausgesetzt, daß die in die Zellen der Wurzelhaare hineindiffundirenden Substanzen zu weiterer Verarbeitung fortgeführt werden und sich also nicht anzusammeln vermögen. Letzteres können wir doch aber nicht bei einer stickstoffhungrigen Gerstenpflanze annehmen. Ebensowenig scheint es aber wahrscheinlich, daß die Gerste so schlecht ihren Lebensbedingungen angepaßt wäre, daß die Aufnahme eines vorhandenen Nährstoffes an osmotischen Schwierigkeiten scheitern sollte, ist doch Hellriegel

schon seit Jahren zu dem Schlusse gelangt, daß die Gerstenpflanze als eins der schärfsten Reagentien auf Stickstoff im Boden anzusehen sei. Derartige Betrachtungen machten es mir unwahrscheinlich, daß Schwierigkeiten der Aufnahme als Ursache des Düngerbedürfnisses gelten könnten. Dann blieb aber nur übrig daran zu denken, daß in der zu geringen Menge der in bestimmter Zeit aufnehmbaren Stickstoffmenge des Bodens oder in deren Form der Grund für das verschiedenartige Verhalten beider Pflanzen zu suchen sein müsse. Mit diesen Gedanken trat ich später an die zweite der vorhin genannten Arbeiten, an die von Drechsler. Dieser Autor glaubt aus Wagner's Versuchen und aus mancherlei überaus einleuchtend combinirten anderen Thatsachen etwa zu folgenden Ansichten kommen zu müssen.

1. Die Gesammtmenge der selbst in einem ökonomisch geringwerthigen Boden befindlichen Nährstoffe ist allgemein so groß, daß die Menge, welche wir im Dünger zuführen dagegen ganz verschwindend erscheint. Wenn wir trotzdem eine deutliche Wirkung der Düngung constatiren können, so muß dies darauf zurückzuführen sein, daß die betreffende Pflanze die Eigenschaft hat, vorwiegend ihren Stoffbedarf aus dem Dünger und nicht aus dem großen Vorrathe des Bodens zu decken. Wirkt die Düngung aber auf die angebaute Pflanze nicht deutlich, so ist es wahrscheinlich, daß die betreffende Pflanze die Anlage besitzt, an erster Stelle von dem Bodenvorrathe und nicht von der Düngung zu leben. Der Bodenvorrath wird aber durch die Düngung nur in so unbedeutendem Maaße vermehrt, daß in diesem Falle die Nichtwirkung der Düngung als völlig erklärt gelten kann.

2. Hieraus ergiebt sich dann die Nothwendigkeit:

   a. Die Nährstoffmengen, welche wir der Pflanze in Boden und Dünger zur Verfügung stellen, einzutheilen in Vorrathsnährstoffe und Düngernährstoffe.

   b. Die Pflanzen darauf hin zu studiren, ob und betreffs welcher Nährstoffe sie auf eine oder die andere obiger beider Nährstoffgruppen angewiesen sind.

   c. Zwei verschiedene Zwecke der Düngung zu formuliren, indem dieselbe entweder als Vorraths- resp. Bodendüngung, oder aber als laufende resp. als Düngung der Pflanze anzusehen ist.

Es war entschieden ein außerordentlich glücklicher und fruchtbarer Gedanke von Drechsler, in dieser Weise die Forderung Liebig's (Ersatz der in den Ernten dem Felde entzogenen Stoffe als Bodendüngung) mit der jetzigen Praxis der Düngung (Pflanzendüngung) zu ver-

einigen. Trotzdem vermag ich nicht ihn im Sinne Drechsler's vollkommen anzunehmen. Jedenfalls würde meiner Meinung nach eine weitere theoretische und practische Entwicklung der Pflanzendüngung unbedingt dahin führen müssen, daß alle Pflanzen bei richtiger Handhabung der Fruchtfolge das im Boden vorfinden, was sie gebrauchen und wo bleibt dann die Bodendüngung? Es ist ja wohl theoretisch denkbar, daß bei einer vollkommenen Pflanzendüngung, wie wir sie bei uns in den Gärtnereien in höchster Potenz vorfinden und wie sie seit Jahrhunderten in Ostasien namentlich in Japan üblich ist, das statische Gleichgewicht der Wirthschaft doch noch nicht erreicht wäre. Soll man dann auch heute noch an Liebig's Forderung der Bodendüngung festhalten? Liebig citirte die japanische Landwirthschaft als Beispiel der vollkommenen Stoffersatzwirthschaft, ich möchte dieselbe auf Grund eigener Anschauungen vielmehr als Beispiel einer guten Durchführung der Pflanzendüngungs-Wirthschaft ansehen und glaube nicht, daß die Japaner mehr erzielen würden als jetzt, wenn sie statische Rechnungen führen und auf Grund der erhaltenen Resultate vielleicht noch Dünger anschaffen wollten, um die Bodendüngung in Liebig's Sinne einzuführen. Die statische Berechnung mag ich trotzdem nicht verwerfen, denn unzweifelhaft wird sie vielfach dazu anregen, hier einen bisher nicht geachteten Abfallstoff zu conserviren, dort eine kostenlose Aenderung der Fruchtfolge oder des Viehstandes oder bei dessen Fütterung einzuführen ꝛc. ꝛc. aber aus ihren Resultaten etwa folgern zu wollen: Du mußt so und so viel Centner dieses oder jenes Düngemittels kaufen, das scheint nicht gerechtfertigt. Bei einer richtigen Durchführung der Pflanzendüngung dürfte auch wohl eine weitere Bodendüngung im Liebig'schen Sinne überflüssig sein und damit von selbst fortfallen. Zur Pflanzendüngung gehört aber die richtige Handhabung der Fruchtfolge als nothwendige Ergänzung und damit glaube ich dem Standpunkte Drechsler's wieder sehr nahe zu kommen. Auch Drechsler's Ausdruck Bodendüngung, wenn ich ihn auch in dem ursprünglichen Sinne nicht ganz annehmen kann, möchte ich aber nicht gern ganz missen. Wenn wir dem Acker eine Düngung einverleiben, die auf längere Jahre hinaus wirken soll und zwar auf alle anzubauenden Früchte, sei dies eine starke Stallmistdüngung, sei es auf manchen Böden eine periodisch auszuführende starke Kalidüngung oder Mergeldüngung ꝛc. ꝛc., so hat es thatsächlich etwas sehr Bequemes, hierfür den besonderen Ausdruck Bodendüngung anzuwenden. Es ist das ja in gewisser Weise allerdings eine Düngung, die den Boden für alle Kulturpflanzen tauglicher machen soll, aber wir haben uns doch ihre Wirkung nicht so principiell anders zu denken, als es die Formulirung der Drechsler-

schen Theorie mir wenigstens zu fordern scheint. Wenn ich daher in der Folge mich des Ausdruckes Bodendüngung und Pflanzendüngung bediene, so möchte ich mit der ersteren eine Düngung bezeichnen, mit der wir einen Mangel im Boden beseitigen wollen, der auf alle Kulturpflanzen nachtheilig wirken würde, während der letztere Ausdruck dann disponibel bliebe für eine Düngung, welche bestimmt ist specielle Bedürfnisse einer einzelnen Frucht zu befriedigen. Sachlich entfernt sich dies von der Bedeutung, welche Drechsler diesen von ihm zuerst gebrauchten Ausdrücken beilegte wenig, so daß ich nicht glaube, daß andere Ausdrücke dafür am Platze wären.

Betreffs der übrigen Begriffe, welche Drechsler's Theorie in die Düngerlehre einführt, habe ich hier noch zu erwähnen, daß ich dieselben in der Hauptsache für vollkommen richtig halte. Nur glaube ich, müssen wir uns die Entstehung eines specifischen Düngerbedürfnisses einer Kulturpflanze in anderer Weise denken. Drechsler geht ähnlich wie Wagner von dem Satze aus (z. B. a. a. O. S. 326): „Nicht jede Pflanze hat die Fähigkeit alle Nährstoffe, welche sie aufnehmen muß, dem Dünger zu entnehmen 2c. 2c." Ich glaube aber, daß dies doch nur sehr selten der Fall sein dürfte. Trotzdem z. B. die Erbse nicht dankbar ist für eine Stickstoffdüngung, würde man irren, wenn man ihr darum die Fähigkeit der Stickstoffaufnahme aus dem Dünger absprechen wollte. Die Situation ist meiner Meinung nach vielmehr die, daß die Erbse den Düngerstickstoff aufnimmt so gut wie Hafer oder Gerste, sie vermag ihn aber wirthschaftlich nicht so gut zu verwerthen als diese. Dies hat seinen Grund einmal darin, daß, wie Wagner sehr treffend nachweist (Düngungsfragen S. 39), ein 10 kg Stickstoff enthaltendes Quantum der Gerstenernte ca 70 Mk., das die gleiche Stickstoffmenge enthaltende Quantum der Erbsenernte aber nur ca 36 Mk. Geldwerth repräsentirt. Dann aber ist die Wirkung einer directen Stickstoffdüngung auf die Erbsenpflanze dadurch wirthschaftlich ungünstig, daß dieselbe durch die Düngung, wie es scheint, zu einer langsameren aber länger dauernden Vegetation und damit zu einer ungleichmäßigeren Fruchtreife veranlaßt wird.

Es läßt sich dies aus manchen Versuchen schließen, findet aber auch volle Bestätigung in der allgemeinen landwirthschaftlichen Erfahrung. Diese geht unstreitig dahin, daß gedüngte Erbsen namentlich im Stroh mehr Futter pro 1 ha liefern als ungedüngte, während durch Verlängerung der Blüthezeit, wenigstens auf den schwereren Böden, die gleichmäßige Fruchtreife gestört und so der Körnerertrag unsicher wird. Daß es aber der Stickstoffgehalt des Stalldüngers ist, der diese Wirkung hervorruft, darf als sicher angesehen werden, denn die gleiche

Wirkung läßt sich bei Erbsen durch Chilisalpeter hervorrufen. Wo man Grund hat dies nicht zu fürchten, sei es günstiger Bodenverhältnisse halber, oder sei es weil man die Erbsen des Futters wegen angebaut hat, ist es deshalb meist die Regel, gerade den stickstoffreichsten Stalldünger der Wirthschaft, nämlich den Schaf- und den Pferde-Mist den Erbsenfeldern zuzuweisen. Es ist dies z. B. vielfach Brauch in den Rübenwirthschaften der Provinz Sachsen, unter denen viele sind, welche die Erbsen grundsätzlich nie ohne Stalldünger bauen. Nebenbei gesagt ist dies eine Thatsache, die neuerdings vielfach zu wenig Beachtung findet, die näher zu erörtern wir aber bei Besprechung der Erbsen weiter unten Gelegenheit haben. Halten wir aber einstweilen einmal an der Thatsache fest, daß es viele Verhältnisse giebt, unter denen es nicht rathsam erscheint, den Erbsen eine stickstoffhaltige Düngung zukommen zu lassen, weil sie deren Stickstoff wohl aufnehmen, aber nicht hoch genug verwerthen können, während auf gleichem Boden die Halmfrüchte auf dieselbe Stickstoffdüngung ausgezeichnet durch Ertragssteigerung reagiren. Wie haben wir uns da nun das Düngerbedürfniß der letzteren zu denken? Meiner Meinung nach folgendermaßen: Wenn eine Kulturpflanze die Fähigkeit hat, auf eine Düngung durch erhebliche Steigerung des Ertrages zu reagiren, so bedeutet das offenbar nichts anderes, als daß sie üppiger d. h. normaler wächst in Folge der Düngung, als sie es auf ungedüngtem Lande zu thun vermag. Auf ungedüngtem Boden hat sie also thatsächlich das Bedürfniß nach Düngung, um sich normal ausbilden zu können, hierbei ist es auch zunächst gleichgültig, ob wir uns das Auftreten desselben als natürliche Eigenschaft, die in der Art des Wachsthums liegen kann, oder als eine Folge der Kultur denken müssen, in ähnlicher Weise wie die Kulturrassen unserer Hausthiere eine reichere Ernährung haben müssen als die Naturrassen, wenn sie sich ihren Rassencharacteren entsprechend normal entwickeln sollen. Beide Auffassungen sind jedenfalls denkbar. Auf die zweite näher einzugehen, ist mir in der vorliegenden Arbeit noch nicht möglich gewesen, daß sie aber in der Pflanzenhochkultur eine bedeutende Rolle spielt, kann nicht geleugnet werden.

Die erstere Auffassung, welche uns im Laufe der vorliegenden Arbeit noch specieller beschäftigen soll, klingt ja im ersten Momente freilich etwas befremdend. Es liegt nahe zu fragen, wie wohl ein Düngerbedürfniß als eine natürliche Eigenschaft der Pflanze angesprochen werden könne, da im Naturzustande doch von einer Düngung in unserem Sinne des Wortes nicht gesprochen werden kann. Aber trotzdem können wir uns denken, daß die eine oder die andere Pflanze etwa in gewissen Entwicklungsperioden ein starkes Nährstoffbedürfniß hätte und

daß sie dasselbe in gemischtem Bestande des ursprünglichen natürlichen Wachsthums zu befriedigen vermochte, weil sie von Pflanzen anderer Art umgeben war, die nicht gleichzeitig dieselben Nährstoffbedürfnisse haben, und weil sie vielleicht durch starke Wurzelbildung gerade in dieser Zeit befähigt war, das Terrain der Nachbarn mit zu benutzen (ein Zusammenhang zwischen Stoffbedarf und Wurzelbildung läßt sich mit gutem Grunde annehmen). Auf diese Weise kann das, was ich hiernach als Düngerbedürfniß auffasse und weiterhin nachzuweisen gedenke, eine Eigenschaft sein, die im Naturzustande der Pflanze nicht nur anhaften, sondern ihr sogar sehr von Nutzen sein kann[1]). Im Kulturzustande, beim Anbau auf dem nur mit gleichartigen Pflanzen bestandenen Felde, ist dagegen die Möglichkeit der Befriedigung des gleichzeitig bei allen Individuen auftretenden stärkeren Nährstoffbedürfnisses nur dann gegeben, wenn das Feld entsprechend gedüngt wurde. Es wäre also nicht undenkbar, daß ein durch die Natur der Pflanze bedingtes zeitweise stärkeres Nährstoffbedürfniß sich bei der Pflanzenkultur als Düngerbedürfniß herausstellte. Hieraus würden wir dann aber auch vermuthen, daß ein solches natürliches Düngerbedürfniß Hand in Hand gehen muß mit der Fähigkeit der Pflanze, den gebotenen Dünger durch Vermehrung der Production von Pflanzensubstanz zu verwerthen.

So erschien es wahrscheinlich, daß das, was Wagner und Drechsler als ein Düngerbedürfniß bei verschiedenen Kulturpflanzen erkannten und was sie sich durch eine gering entwickelte Fähigkeit zur Nährstoffaufnahme erklären zu müssen meinten, im buchstäblichen Sinne des Wortes ein Düngerbedürfniß sei, welches als eine natürliche und vielleicht durch die Kultur gesteigerte Eigenschaft gewisser Pflanzengruppen anzusehen wäre.

Aus dieser Auffassung ergab sich die in erster Linie durch den Landwirth zu beantwortende Frage: Auf welche Eigenthümlichkeit im Wachsthum unserer Kulturpflanzen ist die Verschiedenheit ihres Düngerbedürfnisses zurückzuführen? Ihre Beantwortung schien mir das Wichtigste zu sein, denn wenn sie erfolgt ist, darf man aus derselben manchen wichtigen Fingerzeig für weitere Fragestellung und Versuche erwarten. Wie schon gesagt, lag die Vermuthung nahe, daß in dem zeitlichen Verlaufe der Stoffaufnahme und in der Ausbildung des Wurzelsystems der Schlüssel für das Problem zu suchen sei und ein Durchsehen der zur Hand befindlichen Literatur bestärkte mich in dieser Ansicht, so daß ich schon in der Sitzung der Jenaischen Gesellschaft für Medicin und Naturwissenschaft vom 4. März 1886 (Sitzungsberichte der

1) Wichtigkeit der Gemengesaat.

Jen. Ges. 1886) als eine Erweiterung der bisherigen Düngungstheorie den Satz aufstellen konnte:

Das Düngerbedürfniß der Kulturpflanzen ist abhängig, nicht nur von dem Verhältniß zwischen dem Stoffgehalte des Bodens und der Ernte, sondern außerdem von dem zeitlichen Verlaufe der Stoffaufnahme und der quantitativen Ausbildung des Wurzelsystems während derselben.

Verschiedene Verhältnisse, deren Erörterung nicht hierher gehört, nahmen mir in der Folgezeit Gelegenheit und Ruhe, um die ausführliche Begründung dieser Theorie zu veröffentlichen, so daß ich erst nach etwa einjähriger Unterbrechung meiner wissenschaftlichen Thätigkeit an die Wiederaufnahme der vorliegenden Arbeit denken konnte. Da mir nun, Dank der Liberalität der Großherzoglichen Staatsregierung, seit dem 1. April 1887 die Leitung eines landwirthschaftlichen Laboratoriums übertragen wurde, so ist es wohl natürlich, daß ich die Veröffentlichung der Arbeiten verschob, bis ich wenigstens eine der vielen noch vorhandenen Lücken durch eigene experimentelle Arbeit auszufüllen versucht hatte. Dies mag zur Entschuldigung dafür dienen, daß die schon vor 1½ Jahren angekündigte Begründung des obigen Satzes erst jetzt erfolgt.

Bei Versuchen, über den zeitlichen Verlauf der Stoffaufnahme einer Pflanze Klarheit zu erhalten, kommt man sehr bald zu der Ueberzeugung, daß derselbe nur beurtheilt werden kann in seinem Verhältnisse zur Production von Trockensubstanz oder organischer Substanz durch die Pflanze. Diese verläuft ja freilich in gewisser Weise bei allen Pflanzen nach einem gleichen Schema. Die junge Keimpflanze kann mit ihrer geringen Blattfläche weniger Kohlensäure zerlegen als die ältere Pflanze; in der Jugend finden wir daher stets eine absolut sehr viel geringere Bildung organischer Substanz als später; und noch weiterhin gegen die Samenreife läßt im allgemeinen die Production organischer Substanz wieder nach, um bei der reifen Pflanze ganz aufzuhören. Trotzdem finden bedeutende Abweichungen von diesem Schema statt, indem die erste Periode z. B. bei Hackfrüchten sehr lange Zeit, bei andern eine sehr viel kürzere Zeit beansprucht. Auch in der letzten Periode vollzieht sich das Nachlassen der Trockensubstanzproduction in verschiedenster Weise; dasselbe ist bei den Hülsenfrüchten kaum zu bemerken, wenn Blattverluste vermieden werden, während es beim Getreide sehr auffällig ist. Bis zu einem gewissen Grade muß sich aber unbedingt allemal diese Wachsthumscurve erkennen lassen auch im Verlaufe der Nährstoffaufnahme, was die Curven der letzteren für eine

specielle Bedeutung haben, kann daher nur beurtheilt werden, wenn man den gleichzeitigen Verlauf der Wachsthumscurve kennt.

Nun lassen sich aber nach den umfangreichen Untersuchungen Hellriegel's (Beiträge zu den naturwissenschaftlichen Grundlagen des Ackerbaues. Braunschweig 1883, S. 452 ff., namentlich S. 622—664) directe Beziehungen zwischen Trockensubstanzproduction und Wasserverdunstung durch die Blätter resp. Aufnahme einer Nährstofflösung aus dem Boden durch die Wurzeln nicht verkennen. Bis zu einem gewissen Grade, der allerdings durch mancherlei Verhältnisse beeinflußt wird, ist also die Nährstoffaufnahme als eine Function der Trockensubstanzproduction anzusehen. Finden wir nun bei 2 verschiedenen Gewächsen, daß bei dem einen die Stoffaufnahme parallel[1]) der Trockensubstanzproduction verläuft, während bei normalem Wachsthum des anderen regelmäßig in einer Vegetationsperiode die Nährstoffaufnahme relativ viel stärker ist, als die Production organischer Substanz, so liegt die Vermuthung nahe, daß dies nicht ohne Einfluß auf das Düngerbedürfniß der beiden Pflanzen sein möchte. Unter sonst gleichen Verhältnissen, könnte man wohl vermuthen, muß die letztere Pflanze, um normal gedeihen zu können, während jener Periode stärkeren Nährstoffbedarfes einen größeren Nährstoffvorrath, oder ein größeres Quantum leicht assimilirbarer Nährstoffe im Boden zur Verfügung haben als die erstere. Anders ausgedrückt heißt dies aber: die letztere Pflanze wird vermuthlich in höherem Maße befähigt sein, eine Düngung mit leicht löslichen Nährstoffen wirthschaftlich auszunützen als die erstere. A priori kann man dies natürlich nur für möglich halten, denn die Pflanzen nehmen bekanntlich ihren Nährstoffbedarf nicht nur in Form einer fertigen Lösung, sondern bereiten sich dieselbe mit Hülfe ihrer Wurzelausscheidungen an den Stellen, wo die Wurzelhaare mit den Bodentheilchen verwachsen, auch selbst. Kommen wir aber bei dem Vergleiche verschiedener Pflanzen mit bekanntem Düngerbedürfnisse zu dem Resultate, daß regelmäßig eine Periode relativ starker Stoffaufnahme einem gleichartigen Düngerbedürfnisse entspricht, so können wir mit ziemlicher Bestimmtheit in Fällen noch nicht näher bekannten Düngerbedürfnisses auf ein solches aus dem Studium des zeitlichen Verlaufes der Stoffaufnahme schließen. Damit würde aber außerordentlich viel gewonnen sein, denn die Resultate eines Düngungsversuches sind mit so vielen Quellen der Unsicherheit behaftet, daß es bekanntlich enorme Schwierigkeiten, Kosten und Zeitaufwand erfordert, um Material zu erhalten, aus welchem man es wagen darf, Schlüsse zu ziehen. In

---

1) Natürlich nicht mathematisch genau zu nehmen.

wie weit diese aber für andere Verhältnisse oder andere Jahre als die des Versuches Geltung haben, das bleibt dann immer noch eine offene Frage. Der Düngungsversuch würde ja nicht entbehrlich werden durch die Kenntniß des Verlaufes der Stoffaufnahme, aber er würde auf Grund derselben vielfach eine einfachere und präcisere Fragestellung, sowie eine größere Sicherheit in der Deutung seiner Resultate erhalten.

Solche Erwägungen ließen es als nothwendig erscheinen, die systematische Durcharbeitung des reichen Materiales zu beginnen, welches die Litteratur über den Verlauf der Stoffaufnahme darbietet und glaube ich jetzt, wenn auch wahrscheinlich nicht alle, so doch die überwiegend große Mehrzahl der betreffenden Arbeiten zu kennen und für die nachfolgenden Zusammenstellungen davon alle diejenigen verwendet zu haben, welche nicht wegen offenbarer Mängel der Versuchsanstellung ausgeschlossen werden müssen. Trotzdem zeigen sich mehr Unvollkommenheiten und Lücken als mir lieb ist, doch läßt sich ja hoffen, daß dieselben in schnellem Laufe ausgefüllt werden, sobald die Nothwendigkeit dazu allgemeine Anerkennung gefunden haben wird.

Wenn wir aber auch später eine viel bessere Kenntniß von dem Verlaufe der Stoffaufnahme bei unseren Kulturpflanzen besitzen werden als sie sich aus den nachfolgenden Zusammenstellungen ergiebt, so werden wir uns doch immer daran erinnern müssen, daß in demselben nur ein Grund für die Verschiedenheit des Düngerbedürfnisses liegen kann, ebenso wie nicht der Grund sondern nur einer der Gründe dafür in dem absoluten Nährstoffbedürfniß der Pflanze enthalten ist. Außer dem absoluten Quantum von Nährstoffen, welches die Ernte dem Boden entzieht und außer dem Verhältniß zwischen Stoffaufnahme und Production organischer Substanz, wirken unbedingt noch andere gleich wichtige Umstände mit, um ein Düngerbedürfniß verschiedener Art bei unseren Kulturpflanzen hervortreten zu lassen. Von Wichtigkeit erscheinen mir namentlich noch folgende Momente. Einmal die Zeit der Stoffaufnahme, denn es ist jedenfalls anzunehmen, daß es der Pflanze mehr Schwierigkeiten macht, in den Besitz der nöthigen Nährstoffe zu gelangen, wenn die Aufnahme im Herbst oder im Frühjahre stattfinden muß, als wenn eine hohe Luft- und Bodentemperatur die Processe der Zersetzungen im Boden, mögen diese nun auf chemische Reactionen oder auf die Thätigkeit von Organismen zurückzuführen sein, begünstigt. Auch wird ein geringeres Lösungsvermögen der Wurzeln nöthig sein, um den Stoffbedarf der Pflanze zu decken, wenn eine starke Wasseraufnahme wegen höherer Sommertemperatur erfolgte, als im entgegengesetzten Falle.

Dann ist wichtig die Zeitdauer der Stoffaufnahme, denn

je größer der Zeitraum ist, auf welchen die Aufnahme eines gewissen Nährstoffquantums sich vertheilt, desto geringere Mengen leicht löslicher Stoffe werden nöthig sein. Ob wir den sich langsam zersetzenden Stallmist oder leichter lösliche käufliche Dungstoffe anwenden sollen, oder ob wir gar der Pflanze eine Stellung in der Fruchtfolge noch eine Vorfrucht geben dürfen, welche den Boden an leicht löslichen, also schnellassimilirbaren Stoffen erschöpfte, dies alles wird sehr häufig mit der Zeitdauer der Stoffaufnahme im Zusammenhange stehen. Der Einfachheit halber kann man aber wohl alle diese Momente, wie es schon früher von mir geschehen ist mit in dem „Verlaufe der Stoffaufnahme“ zusammenfassen.

Auch die Menge und Beschaffenheit der Wurzeln wirkt auf jeden Fall bedeutend mit, insofern als eine Pflanze mit sehr stark entwickeltem Wurzelnetze einem größeren Bodenquantum die Nährstoffe entzieht, als eine Pflanze mit dürftigem Wurzelsystem. Die Erstere würde also vermuthlich einem ärmeren Boden die gleiche Nährststoffmenge entziehen können als die Letztere. Daß die Wurzelmengen verschiedener Pflanzen-Gattungen, -Arten und -Varietäten nicht allemal mit einander verglichen werden können, liegt auf der Hand, wenn man an die morphologische Verschiedenheit der Wurzeln von Klee und Getreide oder von Raps und Kohlrübe denkt (letztere beiden führe ich als Varietäten derselben Species an). Auch des Umstandes muß man sich bei allen Vergleichen von Wurzelquantitäten erinnern, daß sogar dieselbe Pflanzenform ihr Wurzelsystem verschiedenartig ausbildet je nach der stattfindenden Ernährung. Fehlt es an Nährstoffen, so werden die Wurzeln dünner und länger, so daß sie ein größeres Bodenvolum ausnutzen können, als im entgegengesetzten Falle. Eine solche Anpassung nützt aber im Kulturzustande bei dichter Stellung gleichartiger Pflanzen wohl weniger als im Naturzustande, wo sie sicher große Bedeutung hat. Daß aber auch noch tiefer liegende qualitative Unterschiede in dem Lösungsvermögen der Wurzeln verschiedener Pflanzen bestehen, ist ja ebenfalls, unter andern seit Dietrich's Untersuchungen darüber, nicht zu bezweifeln, so giebt z. B. Ad. Mayer an, er habe in den Wurzeln der Kleearten mehr freie Säure nachweisen können als in denen der Gräser. Viel weiß man aber gerade über diese Frage noch nicht.

Denkt man an diese Reihe von Momenten, welche alle an dem Zustandekommen eines Düngerbedürfnisses betheiligt sein müssen, so leuchtet es ein, daß noch viel Arbeit nöthig sein wird, um die Situation in allen Theilen aufzuklären. Die nachfolgenden Versuche hier und da — auch die Wirkung jener anderen Factoren mit zu untersuchen, können

deshalb nur als schüchterne Anfänge in der Betretung eines noch recht dunklen Arbeitsgebietes bezeichnet werden.

Was nun die Methode anbetrifft, nach welcher bei der Bearbeitung der referirten Pflanzenernährungsversuche vorgegangen wurde, so kann man nur zu einheitlich verwerthbarem Zahlenmateriale gelangen, wenn man die von den verschiedenen Forschern erhaltenen Zahlen so umrechnet, daß man erfährt, wie viel % der größten überhaupt in der Pflanze gefundene Menge eines jeden Nährstoffes zu den verschiedenen Zeiten aufgenommen wurde.

Uebersichtlich wird das dann erhaltene Resultat aber erst, wenn man es graphisch darstellt, als Curven in einem System von Abscissen und Ordinaten, so daß der zeitliche Abstand der Untersuchungstage von einander durch entsprechende seitliche Entfernung der Eintragung, die Zahl der gefundenen Procente der Maximalmengen durch verschiedene Höhenabstände von der Grundlinie des Systems gekennzeichnet wird.

Eine solche Darstellung möchte ich einem Jeden dringend anrathen, der sich jemals mit einer Untersuchung über den Verlauf der Stoffaufnahme beschäftigt, denn es giebt nichts, was besser geeignet wäre Mängel der Probenahme oder der Untersuchung zu erkennen, um sie durch Wiederholungen zu beseitigen, als diese Darstellungsweise. Ein Vergleich der Curventafeln von verschiedenen mit derselben Pflanze ausgeführten Arbeiten zeigt dann leicht worin das Gleichartige also Charakteristische zu suchen ist. In der übersichtlichen Zusammenstellung der Resultate verschiedener Versuche ergiebt sich dann aber erst die Hauptschwierigkeit, welche überwunden werden muß, denn fast jeder Versuch hat in der Wahl der untersuchten Proben seine Besonderheiten.

Der eine Forscher hat alle Woche regelmäßig eine Ernte eingeheimst und analysirt, der andere alle 10 oder 14 Tage, der dritte hat bestimmte Vegetationsperioden gewählt. Der eine arbeitete mit einer Sorte von kurzer Vegetationsdauer, der andere benutzte eine Sorte mit langer Vegetationszeit; hier wurde der Versuch früher, dort später abgebrochen und was dergleichen mehr ist. Ein bestimmtes Schema zu verfolgen, nach welchem bei allen Kulturpflanzen in gleicher Weise verfahren werden konnte war — mir wenigstens — unmöglich. Es blieb nur übrig, in jedem einzelnen Falle reiflichst hin und her zu überlegen, wie aus den oft zahlreichen Versuchen mit möglichster Wahrung der Objectivität ein Resultat zu erhalten war, was den einzelnen Versuchen am besten entsprach. Ob mir dies gelungen ist, muß ich der Beurtheilung der Leser überlassen; gelingt es anderen richtigere Methoden vorzuschlagen, so soll es mich gewiß am meisten freuen. Nur vor dem Einwande möchte ich mich von vornherein verwahren, daß es viel-

leicht rathsamer gewesen wäre, das Zusammenschweißen verschiedenartiger Versuche überhaupt nicht zu unternehmen, denn ohne dies wäre eine Klarheit nicht zu erzielen gewesen.

Es ist hierbei ähnlich wie bei allen anderen Berechnungen von Mittelzahlen, es finden Abweichungen nach oben und unten statt, ja eine einzelne starke Abweichung, deren Grund man nicht kennt, und die man deshalb nicht berechtigt ist, einfach auszuscheiden, beeinträchtigt mitunter die Zuverlässigkeit der Mittelzahl erheblich, weil bei der kleinen Anzahl der Versuche von Ausgleichungen nach dem Gesetze der großen Zahlen nicht die Rede sein kann. Aber meine Versuche, auf andere Weise zu einer klar übersehbaren Darstellung zu gelangen ohne willkührlich einen einzelnen Versuch als typisch anzusehen, und ihm damit eine größere Bedeutung zuzusprechen als ihm im Hinblick auf die Resultate der übrigen zukommt, haben mich noch weniger befriedigt, als die schließlich gewählte Berechnung von Durchschnitten, einfach aus dem Grunde, weil bei solchem Verfahren der persönlichen Neigung ein ungebührlicher Spielraum gelassen wird.

Einstweilen glaube ich also Grund zu haben, die vorliegende Berechnungsform als diejenige anzusehen, welche die größte Klarheit zu geben vermag. Ich bin aber weit entfernt, davon in den Curven der beigefügten Tafeln etwas anderes zu erblicken, als Wahrscheinlichkeitsbilder, wie sie sich aus den bisher bekannt gewordenen Versuchen ergeben und verweise betreffs der Abweichungen und der Bedenken, welche sich für mich ergaben, auf den dazugehörigen Text nebst Tabellen. Das ganze Zahlenmaterial der Originalarbeiten nochmals zum Abdruck zu bringen hielt ich endlich nicht für nöthig, denn wer sich specieller mit den Einzelarbeiten beschäftigen will, wird die Originale ja doch nicht entbehren wollen und für denjenigen, der diese Absicht nicht hat, wird es wohl nur erwünscht sein, daß nicht noch mehr Tabellen in der Arbeit vorkommen, als es schon so geworden sind.

Wir schreiten nun zur Betrachtung der einzelnen Kulturpflanzen und wollen versuchen uns zunächst über die best bearbeitete Abtheilung derselben, die der Getreidearten Klarheit zu verschaffen.

Getreidearten.

A. Sommer-Gerste.

Ueber den zeitlichen Verlauf der Entwicklung der Gerste liegen vor 1) die Arbeiten von Scheven[1]), der 1855 in Möckern Gerste in 5

1) Erdmanns Journal für praktische Chemie Bd. 68, S. 193.

verschiedenen Entwicklungsstadien untersuchte und aus den Resultaten seiner Arbeit berechnete, wie viel an Nährstoffen die oberirdischen Theile der Gerste zu den verschiedenen Zeiten dem Boden entzögen. Der Wuchs der Pflanzen auf seinem Versuchsfelde (schwach gedüngte Kleestoppel) war üppig, das Verhältniß zwischen Korn und Stroh bei der Reife normal, denn es machten die Körner 35,6 % der Erntemasse aus[1]). Der Ernteertrag von 39,4 Ctr. Trockensubstanz per Morgen ist vermöge feuchter warmer Witterung sehr hoch ausgefallen. Zur Untersuchung diente nur die oberirdische Substanz.

2) Versuche von Stöckhardt (Tharander Jahrbuch N. F. III, S. 287). Die Gerste wurde verschiedenartig gedüngt, litt im Juni unter Nässe und lagerte sich später sehr stark. Stöckhardt hält deshalb nur das Wachsthum der ungedüngten Parcelle für normal, nur deren Resultate sind auch nach Prüfung der erhaltenen Resultate überhaupt für den vorliegenden Zweck verwendbar. Es liegt aber leider auch hiervon nur Material betreffend die Production von Trockensubstanz und stickstoffhaltiger Substanz vor, dasselbe bezieht sich aber auf Wurzeln und oberirdische Theile.

3) Sechs Versuche, welche E. Wolff 1855 bis 1857 mit Jerusalems-Gerste, Chevalier-Gerste und Schottischer Annat-Gerste anstellte (Mittheilungen aus Hohenheim V, S. 230 ff.). Der Versuch mit Jerusalemsgerste im Jahre 1857 muß von der % Berechnung ausgeschieden werden, weil zur Reifezeit das Erntegewicht nicht bestimmt wurde, die übrigen 5 Versuche sind zu benutzen. Zu bemerken ist aber, daß die Gerste 1856 etwa 10 Ctr. Trockensubstanz weniger producirte als 1857. Zu bedauern ist es, daß der erste Termin der Untersuchung, gekennzeichnet durch das Hervortreten der Aehren, relativ spät liegt, so daß man aus diesen Arbeiten über daß Verhältniß von Production organischer Substanz zur Stoffaufnahme in den ersten Wochen der Vegetation nichts entnehmen kann. Die Untersuchung erstreckt sich nur auf die oberirdische Substanz, giebt aber Aufschluß über alle für uns wichtigen chemischen Bestandtheile der Pflanze.

4) Der Gerstenkulturversuch, welchen Fittbogen 1868 in Dahme anstellte (Landw. Vers. Stat. XIII, S. 81)[2]). Die Pflanzen wurden hierbei in Sand mit Nährstofflösung gezogen und darf man vielleicht annehmen, daß in dieser Weise ernährte Pflanzen die nöthigen

---

1) Kleemann, Encyclopädie 1844, S. 62 hält auf fruchtbaren Acker für normal, daß die Körner 35,7 % der gesammten Gerstenernte ausmachen.

2) Dieser Versuch wurde von mir ausgewählt, um im Kalender von Mentzel u. Lengerke 1887 mit möglichst wenig Worten die Hauptpunkte der hier behandelten Frage an einem möglichst eclatanten Beispiele erläutern zu können.

Nährstoffe etwas schneller aufnehmen, als wenn sie auf freiem Felde wachsen. Die vollständige Untersuchung ist in 5 verschiedenen Entwicklungsperioden ausgeführt und deshalb besonders werthvoll, weil die Art der Kultur in höherem Maaße, als bei den anderen Gerstenkulturversuchen die Sicherheit bietet, daß die zu verschiedenen Zeiten geernteten Pflanzen unter genau den gleichen Ernährungsbedingungen gewachsen waren. Die Untersuchung faßt gesondert die oberirdischen Theile und die Wurzeln ins Auge.

5) 4 Kulturversuche von Hoffmeister-Insterburg (Landwirthsch. Jahrb. V, S. 717). Es wurde hierbei verschiedene Düngung angewandt und kamen die Pflanzen in 8 verschiedenen Entwicklungsperioden zur Untersuchung, bei welcher Trockensubstanz und Asche, einige Mal auch der Stickstoff bestimmt wurde. Auch wurden getrennt die oberirdischen Theile und die Wurzeln untersucht. Leider ist dabei nur sehr wenig Material bei der Probenahme eingesammelt worden, nämlich anfangs 24, später 12 Pflanzen, die als richtige Repräsentanten eines Feldes auszuwählen wohl nicht ganz leicht gewesen sein mag. Daraus erklären sich denn auch einige Unmöglichkeiten, welche die Verwerthung der Arbeit für unsere Zwecke recht bedenklich erscheinen lassen. Um dies zu zeigen führe ich hier die Ergebnisse der Trockensubstanzbestimmungen pro Pflanze in g an, wie sie Hoffmeister S. 724 mittheilt.

Nr. der Parc.	26. Mai	3. Juni	10. Juni	17. Juni	24. Juni	2. Juli	16. Juli	23. Juli
I	—	—	0,595	1,380	2,070	3,266	**8,566**	6,400
II	0,0179	0,1035	0,448	0,906	1,113	1,860	1,980	**5,300**
IV	0,0294	0,1182	0,420	1,110	1,332	2,400	3,326	4,266
VI	0,0253	0,0912	0,396	1,070	1,472	3,860	4,740	**10,660**

Ich bin nicht im Stande, es für möglich zu halten, daß die Natur solche Sprünge fertig bekommt, wie sie die in den drei fett gedruckten Zahlen ausgedrückte Gewichtszunahme während der Reifezeit angegeben sind. Da dieselben nach Hoffmeister's analytischen Angaben nicht auf Rechenfehlern beruhen, so können es nur Fehler der Probenahme sein, die sich aus der zu geringen Pflanzenzahl ergeben haben.

Hierzu kommt noch, daß die Pflanzen am 23. Juli wohl noch nicht ganz reif gewesen sein dürften, was ich daraus schließen möchte, daß die Aehren nach Hoffmeister's Angabe sich erst am 2. Juli entwickelten. Ungefähr eine Woche später mag also die Blüthe stattgefunden haben und dann bleiben noch 14 Tage, ein etwas knapper Zeit-

raum für die Ausbildung und Reife der Körner, wozu sonst 3 — 4 Wochen gehören.

Die Vermuthung, daß die Ernte am 23. Juli noch nicht die volle Reife bezeichnet, wird auch durch den noch nicht sehr hohen procentischen Trockensubstanzgehalt der Erntesubstanz der Parcellen I, IV und VI bestätigt, während die ungedüngte Parcelle II reif gewesen zu sein scheint. Zur Benutzung bleibt also eigentlich nur das Ergebniß von Parcelle IV übrig. Ich darf jedoch nicht verhehlen, daß die Zahlen der 3 anderen Versuchsreihen, sobald man die fett gedruckten Ziffern als falsch bei Seite läßt, zu Relativzahlen führen, die in vollster Harmonie zu den Ergebnissen, sowohl der Versuchsreihe IV als auch zu denen der übrigen Versuche stehen. Wenn ich bei Berechnung von Durchschnittszahlen dieselben hier nicht berücksichtige, so geschieht es also nicht etwa, weil ihre Resultate zu den übrigen nicht paßten, sondern vielmehr trotzdem sie deren Ergebnisse bestätigen. Auch mit ihren höchstwahrscheinlich falschen Ernteresultaten am Schlusse des Versuches haben übrigens die Versuche Hoffmeister's für unsere Zwecke Bedeutung, denn es wird durch die von mir angenommenen Fehler der Probenahme wohl der Verlauf einer jeden aus ihren Resultaten zu berechnenden Curve bedenklich beeinflußt, nicht, oder doch nur in sehr unbedeutendem Maaße, ist dies aber der Fall betreffs des Verhältnisses, in welchem die Curve der Trockensubstanz und der Asche zu einander stehen. Wenn man dies für unsere Untersuchungen wichtigste Moment ins Auge faßt, so wird man aus den weiter unten tabellarisch mitgetheilten Resultaten Hoffmeisters, abgesehen von dem eigenthümlichen Verlaufe der Trockensubstanzzunahme nur das folgern können, was uns auch die übrigen Versuche lehren.

Die von allen angeführten Versuchen mir vorliegenden graphischen Darstellungen des Verlaufes der Stoffaufnahme und der Production von organischer Trockensubstanz zunächst der oberirdischen Theile, läßt das Gemeinsame erkennen, daß im Anfange der Entwicklung die Stoffaufnahme relativ sehr viel stärker ist als die Production organischer Substanz. Dies Ueberwiegen dauert an bis zur Zeit des Schossens, um dann in das Gegentheil umzuschlagen. Um das Verhältniß, welches in den ersten Vegetationswochen der Gerste zwischen Stoffaufnahme und Trockensubstanzproduction besteht, auch zahlenmäßig näher zu characterisiren, kann man in verschiedener Weise verfahren.

Mit möglichstem Ausschluß persönlicher Willkühr läßt sich z. B. folgendes Verfahren einschlagen. Es kommt uns darauf an, von einem vor dem Beginne des Schossens liegenden Zeitpunkte das Verhältniß zwischen der Production organischer Substanz einerseits und Nährstoffauf-

nahme andererseits festzustellen. Die Versuche von Scheven, Fittbogen und Hoffmeister enthalten das Material dazu und sind also ihre Ergebnisse aus der betreffenden Entwicklungsperiode irgendwie zu vereinigen. Das zuverlässigste Durchschnittsresultat erhalten wir, wenn wir eine Angabe für die Characterisirung der Wachsthumsverhältnisse vor dem Schossen bilden und, um dies zu thun, gruppiren wir die Zahlen jener Versuche folgendermaßen:

A. Vor dem Schossen.

	Datum.	Länge der Periode seit dem Aufgange, Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
1. Versuch von Scheven	28. Juni	21	19,8	18,7	35,7	47,5	45,5	61,4	33,8	38,6
2. Versuch von Fittbogen. Mittel aus 22 V u. 2 VI	27. Mai	16	19,1	18,0	51,0	73,0	88,8	35,0	43,8	46,2
3. Versuche von Hoffmeister — Versuch I	13. Juni	29	11,5		30,2					
4. Mittel aus den Resultaten — „ II	13. Juni	29	12,8		31,6					
5. vom 10. und 17. Juni — „ IV	13. Juni	29	17,9		39,2					
6. — „ VI	13. Juni	29	6,9		20,6					
Durchschnitt von 1 und 2		19	19,4	18,3	43,	60,2	67,1	48,2	38,8	42,4
Durchschnitt von 1 bis 6		25	14,7		34,7					

Das für uns hier Wichtigste an diesen Zahlen ist die Uebereinstimmung in dem Verhältniß von Trockensubstanz zu Asche im Durchschnitt von 1 und 2 einerseits und den von 1—6 andrerseits. Im ersteren Falle kommen auf

100	Theile	Trockensubstanz	223	Theile	Asche, im letzterem Falle auf
100	„	„	237	„	„ .

Ist so dies Verhältniß ähnlich, so dürfen wir dasselbe wohl auch betreffs der einzelnen Aschenbestandtheile erwarten, über die wir nur durch die beiden ersten Versuche orientirt sind und können deren Resultaten also in höherem Maaße Vertrauen schenken als es möglich wäre, wenn die Hoffmeister'schen Resultate nicht existirten.

Kann dies auch die schon weiter oben ausgesprochene Ansicht, daß bei dem Fittbogen'schen Versuche die Stoffaufnahme sich schneller abgespielt hat, als es im freien Lande geschieht, nicht umstoßen, so brauchen wir doch Angesichts des Hoffmeister'schen und des Scheven'schen Versuches nicht zu befürchten, daß wir uns sehr weit von der Wahrheit entfernen. Für die Zeit vor dem Schossen würde es also characteristisch sein, daß bei der oberirdischen Gerstenpflanze die Aufnahme aller wichtigen Nährstoffe relativ bedeutend stärker ist, als die Production der organischen Substanz. Die Letztere würde nach obigen beiden Versuchen zur Aufnahme von

Kali	im	Verhältnisse	von	100 : 367	stehen
Stickstoff	„	„	„	100 : 329	„
Kalk	„	„	„	100 : 263	„
Phosphorsäure	„	„	„	100 : 232	„
Magnesia	„	„	„	100 : 212	„

Wir haben nun weiter zu verfolgen, wie sich die Stoffaufnahme in den nächsten Wochen bis zum Schossen resp. dem Hervortreten der Aehrenspitzen gestaltet. Das Material dazu enthält die nachfolgede Tabelle:

B. Zeit des Schossens.

		Datum.	Länge der Periode vom Aufgange	Trocken-Substanz	Organ. Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
1	Scheven, Mitte zwischen	28. Juni — 17. Juli	31 Tage	44,4	43,7	57,1	71,0	72,7	80,7	51,3	56,1
2	Wolff, Jerusalem-Gerste	13. Juni 1856	66 "	39,5	37,8	68,7	73,8	100,0	88,9	75,8	71,8
3	" Chevalier-Gerste	15. Juni 1857	70 "	55,0	53,8	68,7	83,0	100,0	72,6	58,4	62,5
4	Fittbogen	2. Juni	21 "	29,7	28,5	65,9	93,5	99,5	50,3	65,0	62,7
5	Wolff, Jerusalem-Gerste	16. Juni 1855	?	24,4	23,4	45,6	44,9	—	—	—	—
6	" Annat-Gerste	16. Juni 1855	?	31,5	30,6	49,5	53,5	—	—	—	—
7	" Chevalier-Gerste	13. Juni 1856	66 "	47,8	46,8	60,2	67,0	—	—	—	—
8	Stöckhardt	1. Juli	31 "	30,9	—	—	53,9	—	—	—	—
	Durchschnitt von 1—4		47 "	42,1	40,9	65,1	80,3	93,0	73,1	62,6	63,3
	Durchschnitt von 1—7		51 "	38,9	37,8	59,4	70,0				
	Durchschnitt von 1—8		47 "	37,9	36,8		67,6				
	Gesammtdurchschnitt		47 "	37,9	36,8	59,4	67,6	93,0	73,1	62,6	63,3

Wir finden darnach zur Zeit des Schossens wiederum wie bei A ein bedeutendes Ueberwiegen der Stoffaufnahme über die Production organischer Substanz. Wir haben aber allen Grund zu der Annahme, daß dasselbe doch namentlich auf die erste Hälfte der bis zum Schossen verflossenen Zeit entfällt und können uns dies namentlich durch directe Vergleichung der Versuche von Scheven, Fittbogen in den mit A und B bezeichneten Perioden klar machen. Das Resultat des Vergleiches ist, daß in der zwischen A und B liegenden Zeit neu aufgenommen resp. erzeugt wurde in % der Maximalmengen:

Organische Substanz	17,8	Kali	19,0
Asche	18,2	Kalk	17,3
Stickstoff	22,0	Magnesia	19,3
		Phosphorsäure	17,0

Offenbar hat also in diesen beiden Versuchen — und ungefähr ebenso ist es in den Versuchen Hoffmeisters der Fall gewesen — in der zwischen A und B liegenden Zeit nahezu ein Parallelismus zwischen der Production organischer Substanz und der Nährstoffaufnahme stattgefunden und dürfen wir dasselbe Verhalten deshalb wohl auch bei den übrigen Versuchen annehmen.

Die Veränderungen in dem Verhältniß zwischen Nährstoffaufnahme und Trockensubstanzproduction, welche sich hiernach in der letzten Zeit vor dem Sichtbarwerden der Aehren bemerkbar machten, schreiten nun in der Folgezeit in derselben Richtung fort. Es erhält daher in der Periode des Schossens die Production organischer Substanz das Uebergewicht über die geringer werdende, wenn auch immer noch lebhafte, Stoffaufnahme. Letztere erreicht dann, in einem Falle etwas früher im andern später, etwa am Schlusse der Blüthezeit, oder in der Zeit der Entwicklung des Fruchtknotens zur Frucht einen Punkt, von welchem ab die Aufnahme einzelner Nährstoffe nur noch sehr unbedeutend ist, während die anderer ganz aufzuhören scheint und sogar eine Abnahme des absoluten Nährstoffgehaltes eintreten kann, wenn das Wetter das Absterben und Verwittern der älteren Blätter und Seitensprosse begünstigt. So kommt es denn, daß bei den während der Reifezeit ausgeführten Untersuchungen oft eine Abnahme, oft eine geringe und unregelmäßige Zunahme zu Tage tritt. Um unter Anwendung von möglichst wenig Willkür ein Durchschnittsbild der betreffenden Verhältnisse für einen am Schlusse der Blütheperiode resp. im Anfang der Entwicklung des Samenkornes liegenden Zeitpunkt zu gewinnen, wurden in der nachfolgenden Tabelle die vorhandenen Angaben zusammengestellt, bei denen 70—90 % der Maximal-Trockensubstanzmenge vorhanden sind.

C. Gerste zur Blüthezeit[1]).

		Datum.	Länge der Periode	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphor-säure
1	Scheven, Mitte zwischen	17/30. Juli	17 Tage	76,5	76,3	51,6	96,2	(92,7)	(97,4)	73,1	74,0
2	Wolff, Jerusalm-Gerste 1856	5. Juli	22 "	79,7	78,5	100,0	72,8	(83,7)	100,0	100,0	99,0
3	" Chevalier-Gerste 1856	5. "	22 "	89,2	88,8	94,1	68,1	64,7	100,0	100,0	93,0
4	" " " 1857	4. "	19 "	87,9	86,5	100,0	88,0	(99,9)	100,0	100,0	79,4
5	Fittbogen, Mitte zwischen	16/24. Juni	18 "	80,2	80,0	88,6	(97,0)	(86,0)	86,1	92,5	88,3
6	Wolff, Schottische Gerste 1855	5. Juli	19 "	71,5	70,2	96,1	76,4	—	—	—	—
7	Stöckhardt	27. Juli	26 "	78,2	—	—	88,3	—	—	—	—
	Durchschnitt von 1—5		20 "	82,7	82.0	86,9	84,4	Abnahme beginnt	96,7	93,1	86,8
	Dnrchschnitt von 1—6		20 "	80,7	80,0	88,4	83,1				
	Durchschnitt von 1—7		20 "	80,3			83,8				
	Gesammtdurchschnitt		20 "	80,3	80,0	88,4	83,8	Abnahme beginnt	96,7	93,1	86,8

1) Die eingeklammerten Zahlen gehören dem absteigenden Aste der Curve an.

Es hat aber manche Bedenken, diese Angaben in irgend einer Weise zu summiren, um Durchschnittszahlen zu gewinnen, namentlich weil ja schon hier und da, vor allen Dingen beim Kali, sich ein Rückgang bemerkbar macht. Die Zahlen, von denen dies gilt, wurden deshalb in Klammern gesetzt und beim Kali gar nicht zur Construction eines Durchschnittsbildes benutzt. Bei der graphischen Darstellung schien es mir, nach dem was weiter oben über deren Zweck gesagt ist, statthaft, in dieser Weise zu verfahren und beim Kali die Curve vor dem Zeitpunkte C den 100 Punkt erreichen zu lassen. Ihrem Fallen in der Folgezeit kann denn wohl nicht die Durchschnittszahl des Zeitpunktes C zu Grunde gelegt werden, weil diese sich zum Theil aus Zahlen zusammensetzt, die den 100 Punkt noch nicht erreicht haben und aus solchen, die nach seiner Erreichung bereits im Fallen sind. Der Verlauf der Kalicurve kann daher in der Folge nur durch den zur Zeit der Reife gegebenen Punkt bestimmt werden.

Vergleichen wir die Durchschnittsresultate der Perioden B und C mit einander, so ergeben sich daraus folgende Zunahmen in % der Maximalmengen.

		Kali	Abnahme
Organische Substanz	43,2	Kalk	23,6
Asche	29,0	Magnesia	30,5
Stickstoff	16,2	Phosphorsäure	23,5

Die relativ, d. h. im Verhältniß zur Production organischer Substanz, bedeutendste Zunahme finden wir also in der Periode des Schossens und der Blüthe bei der Magnesia, aber auch hier bleibt dieselbe erheblich hinter der Production organischer Substanz zurück. Noch geringer ist die relative Stärke der Phosphorsäure-, Kalk- und Stickstoffaufnahme, während die Kaliaufnahme in der Mehrzahl der Versuche bereits ganz aufgehört hat und seine Menge in der Pflanze bereits wieder abnimmt Das Verhältniß zwischen Stoffaufnahme und Production organischer Substanz hat also im Vergleich mit der ersten Wachsthumsperiode sich geradezu umgekehrt.

D. Gerste zur Reifezeit.

		Datum.	Dauer der Periode	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphor-säure
1	Scheven	21. August	22 Tage	100,0	100,0	100,0	100,0	62,4	66,4	(58,7)	100,0
2	Wolff, Jerusalem-Gerste 1856	29. Juli	24 „	100,0	100,0	96,3	100,0	62,9	93,3	89,6	100,0
3	„ Chevalier-Gerste 1856	1. August	27 „	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	74,2	77,5	100,0
4	„ „ „ 1857	24. Juli	20 „	100,0	100,0	87,8	100,0	71,7	64,0	95,8	100,0
5	Fittbogen	16. Juli	22 „	100,0	100,0	100,0	9,75	76,3	100,0	95,5	100,0
6	Wolff, Jerusalem-Gerste 1855	4. August	30 „	100,0	100,0	100,0	100,0	—	—	—	—
7	„ Schottische Gerste 1855	4. August	30 „	100,0	100,0	100,0	100,0	—	—	—	—
8	Stöckhardt	23. August	27 „	100,0	—	—	100,0	—	—	—	—
	Durchschnitt		24 „	100,0	100,0	97,7	99,6	74,7	79,6	89,6	100,0

Ueber die letzte Periode endlich ist nicht viel mehr zu sagen, als daß während der Zeit der Entwicklung der Körner die Production organischer Substanz in etwas abgeschwächtem Maaße fortgeht und daß auch Stickstoff und Phosphorsäure (Erstere meistens, Letztere in allen untersuchten Fällen) in ihrer Masse noch zunehmen, und zwar ungefähr in dem Verhältniß, wie in der Periode vorher. Die übrigen Nährstoffe scheinen dagegen nicht, oder nur selten noch, weiter aufgenommen zu werden; bei der Verwitterung absterbender Pflanzentheile werden sie dagegen in nennenswerther, beim Kali sehr bedeutender, Menge der Pflanze entzogen und dem Boden wieder zugeführt. Danach ist in der Mehrzahl der Fälle die reife Pflanze reicher an Stickstoff und Phosphorsäure, aber ärmer an Kali, Kalk und Magnesia, als sie zur Blüthezeit war. Das Verhältniß, in welchem die Zunahme an organischer Substanz zu der Aufnahme von Nährstoffen in der letzten Periode zahlenmäßig steht, ergiebt sich durch Vergleich der Durchschnittswerthe für die Perioden C und D wie folgt in % der Maximalmengen.

Trockensubstanz	+ 19,7	Kali in beiden letzten Perioden zusammen	— 25,3
Organische Substanz	+ 20,0	Kalk	— 17,1
Asche	+ 9,3	Magnesia [1]	— 3,5
Stickstoff	+ 15,8		
Phosphorsäure	+ 13,2		

Alles was wir bisher kennen gelernt haben von der Stoffaufnahme der Gerste, bezog sich nur auf die oberirdische Substanz derselben. Da es aber nun leicht möglich erscheint, daß ein ganz anderer Verlauf der Stoffaufnahme für die ganze Pflanze herauskommt, wenn die Wurzeln mit Berücksichtigung finden, so müssen wir uns darüber zu orientiren suchen, welche Modificationen die eben gegebene Darstellung erfahren muß, um für die ganze Pflanze Geltung zu erhalten. Es kann dies nur geschehen an der Hand der Arbeiten von Stöckhardt, Fittbogen und Hoffmeister, welche gesondert die oberirdische Substanz und die Wurzeln untersuchten.

Wir finden bei diesen Arbeiten, daß die Gerstenwurzeln absolut an Masse zunehmen bis zum Schossen oder der Blüthe, um dann durch Absterben an Substanz erheblich wieder einzubüßen. Der Stoffgehalt der Wurzeln ist ähnlich wie bei der oberirdischen Substanz in der Jugend erheblich größer, als in späteren Vegetationsperioden. Die Combination dieser beiden Eigenthümlichkeiten aller Getreidewurzeln ergiebt,

1) Hierbei wurde das Resultat des Versuches von Scheven außer Acht gelassen, weil es doch zu unwahrscheinlich erscheint, daß wirklich dabei in Zeit von 13 Tagen 41,3 % Verlust eingetreten sein soll.

daß den Wurzeln auch des einjährigen Getreides eine gewisse Bedeutung als Speicher zukommt, in welchem in der Jugend der Pflanze Stoffe niedergelegt werden, die später der oberirdischen Pflanze zu Gute kommen. Im Uebrigen ergiebt sich das Resultat, daß die characteristische Eigenschaft der Gerste, in der Jugend relativ sehr bedeutende Nährstoffmengen aufzunehmen, wie wir dieselbe aus der Betrachtung der oberirdischen Substanz kennen lernten, sich bei der Untersuchung der ganzen Pflanze in ungefähr gleicher Stärke wiederfindet. Es zeigt dies ein Blick in die Tabelle, in welcher die Resultate der Einzelversuche dargestellt sind, und noch deutlicher überzeugt man sich davon, wenn man mit Hülfe der dort angegebenen Zahlen das zu verschiedenen Zeiten bestehende Verhältniß der gebildeten organischen Substanz zu den einzelnen Nährstoffen berechnet. Die Resultate dieser Rechnungen hier vorzuführen halte ich nicht für nothwendig, weil das Zahlenmaterial z. Z. doch noch nicht genügt, um den kleinen Differenzen, die sich dabei ergeben, eine Bedeutung beizulegen.

Einen leichteren Ueberblick über den Gesammtverlauf von Stoffaufnahme und Production organischer Substanz bei der Vegetation der Gerste können wir uns nun durch Zusammenstellung der erhaltenen Durchschnittsresultate verschaffen, bei deren Betrachtung ebenso wie bei der der graphischen Darstellung ihrer Resultate wir freilich immer im Gedächtniß behalten müssen, daß die darin niedergelegten Resultate nichts weiter sein können und sollen, als eine Schilderung der Verhältnisse, wie sie sich im Großen und Ganzen in den vorliegenden Versuchen gestaltet haben. Die Resultate eines jeden der vorliegenden Versuche zeigen uns ungefähr dasselbe wie unser Durchschnittsbild und liefern damit den Beweis, daß dasselbe in seinen Hauptzügen typisch ist für die Gerstenpflanze. Die davon vorkommenden Abweichungen, soweit sie nicht mit großer Wahrscheinlichkeit als Versuchsfehler angesprochen werden müssen, sind auch nirgends derart, daß sie nicht noch den typischen Character unserer Mittelzahlen erkennen ließen. Aber das Durchschnittsbild ist nicht entworfen, um jene Abweichungen als überhaupt nicht vorhanden hinzustellen, die in den Einzeltabellen niedergelegt wurden und deren Erweiterung wir von künftigen Arbeiten recht bald hoffen wollen. Die Aufgabe künftiger Bearbeitung der Gerste dürfte vor allen Dingen sein, experimentell die Wirkungsweise der Düngungs-, Boden-, Klima- und Sorten-Verschiedenheit auf den Verlauf der Curven festzustellen, denn darüber wissen wir nach den bisherigen Versuchen nur wenig und Unbestimmtes zu sagen.

Durchschnittsresultate des Verlaufes der Stoffaufnahme in % der Maximalmengen.

		Datum.	Dauer der Periode	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphor-säure
A	Vor dem Schossen	5. Juni	19 Tage	20,3	19,0	41,2	45,6	74,0	55,8	43,3	46,3
B	Zeit des Schossens	3. Juli	28 „	37,9	36,8	59,4	67,6	93,0	73,1	62,6	63,3
C	Zeit der Blüthe	23. Juli	20 „	80,3	80,0	88,4	83,8		96,7	93,1	86,8
D	Reife	16. August	24 „	100,0	100,0	97,7	99,6	74,7	79,6	89,6	100,0

Dasselbe, die Maxima = 100 gesetzt und die übrigen Zahlen darauf bezogen.

		Datum.	Dauer der Periode	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphor-säure
A	Vor dem Schossen	5. Juni	19 Tage	20,3	19,0	42,2	45,8	74,0	57,7	46,5	46,3
B	Zeit des Schossens	3. Juli	28 „	37,9	36,8	60,8	67,9	93,0	75,6	67,2	63,3
C	Zeit der Blüthe	23. Juli	20 „	80,3	80,0	90,5	84,1	—	100,0	100,0	86,8
D	Reife	16. August	24 „	100,0	100,0	100,0	100,0	74,7	82,3	96,2	100,0

Es verhält sich die Production organischer Substanz zur Nährstoffaufnahme wie 100:

	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphor-säure
Vom Aufgange bis A	107	1000	222	241	390	304	245	244
Von Periode A bis B	99	1000	105	124	107	101	116	96
Von Periode B bis C	99	1000	69	38	—	56	76	54
Von Periode C bis D	98	1000	47	79	—	—	—	66

Zu dieser Zusammenstellung ist rechnerisch zunächst zu bemerken, daß wir weiter oben beim Vergleiche von Periode A und B aus beiden nur die gleichen Versuche neben einanderstellen durften, weil bei

A nur sehr wenige Versuche vorliegen und weil unter diesen einer ist, bei dem wir Grund zu der Annahme haben, daß er uns ungewöhnlich hohe Werthe für die Stoffaufnahme bietet.

So wenig aber die Zahlen von A damals direct neben die Gesammtergebnisse von B gestellt werden konnten, so wenig geht dies jetzt an, und blieb für eine Gesammtdarstellung daher nichts übrig als anzunehmen, daß die Durchschnittsergebnisse aller bei B vorliegenden Versuche im Vergleich mit dem Zeitpunkte A um soviel höhere Zahlen besäßen, als die Versuche von A weniger haben, wenn sie mit denselben Versuchen zur Zeit B verglichen werden. Freilich werden dadurch einige Resultate in Periode A um mehrere % verschoben und trotzdem man wohl nicht sagen kann, daß sie dadurch an Wahrscheinlichkeit einbüßen, so läßt sich doch nicht verhehlen, daß die Angaben bei Periode A unsicherer sind, als bei den späteren Perioden.

Außerdem liegen die zusammengehörigen Maxima nicht bei allen Versuchen an demselben Punkte, so daß die Durchschnittswerthe für die Maxima von Asche, Stickstoff, Kalk, Kali und Magnesia sich 100 wohl nähern, diese Zahl aber nicht erreichen. Material für eine graphische Darstellung des Verlaufes der Stoffaufnahme kann daher nur durch eine nochmalige Umrechnung erhalten werden, bei welcher die Maxima der Durchschnittsresultate gleich 100 gesetzt und die übrigen Zahlen damit in Relation gebracht werden, denn ohne dies würden die einzelnen Curven ganz verschiedene Endpunkte haben und nicht wohl miteinander vergleichbar sein.

So sehr ich für meine Person diese Umrechnungen als einen Uebelstand empfinde, so sehe ich doch keine andere Möglichkeit, um den Gesammteindruck der vorliegenden Versuche zu fixiren und glaubte ich nach verschiedentlichem Hin- und Her-Ueberlegen mich zu diesen Umrechnungen entschließen zu müssen, weil sie es gestatten, dem, was weiter oben über den Verlauf der Stoffaufnahme gesagt wurde, einen klareren Ausdruck zu geben, als es die nur beschreibende Darstellung vermag, während an der Sache, dem gegenseitigen Verhältniß der einzelnen Vorgänge, die durch die graphische Darstellung zur Anschauung kommen sollen, durch jene Umrechnungen nichts geändert wird.

Noch deutlicher als an der Tabelle, welche uns den Verlauf der Stoffaufnahme zeigt, ist die characteristische Eigenart dieses Vorganges bei der Gerste zu erkennen an der Tabelle, welche uns das Verhältniß der producirten zur aufgenommenen Stoffmenge direct angiebt. Wir dürfen daraus wohl schließen, daß die Gerste in erster Lienie reichliche Mengen von Kali, dann von Kalk und demnächst von Magnesia, Phosphorsäure und Stickstoff verlangt. Für alle diese Stoffe zeigt sie ein

stark hervortretendes Bedürfniß namentlich in den ersten Wochen der Vegetation und wird deshalb für ihre Zufuhr in leicht aufnehmbarer Form sehr dankbar sein, wenn der Boden nicht sehr reich daran ist. Das Zurücktreten der Aufnahme aller dieser Stoffe gegenüber der Production organischer Substanz in den folgenden Lebensabschnitten der Gerstenpflanze, bedeutet aber, daß in der Zeit nach Beginn des Schossens eine außerordentliche Zufuhr von Nährstoffen in Form directer Düngung nicht mehr nöthig sei. Das heißt aber mit andern Worten, daß die Gerste für eine Düngung mit allmälig sich zersetzenden und sich auflösenden Düngemitteln, wie Stallmist, Knochenmehl ꝛc. wenig dankbar sein kann. Wollen wir sie direct düngen, so sind leichtlösliche Düngemittel also vorzuziehen. Man könnte versucht sein, noch manches andere aus den Curven herauszulesen, ich sehe aber z. B. die Aufgabe der vorliegenden Studien über den Verlauf der Stoffaufnahme für gelöst an, wenn sie uns mehr als bisher in den Stand setzen, das empirisch beobachtete Verhalten unserer Kulturpflanzen der Düngung gegenüber wissenschaftlich zu erklären. Gelingt dies zur Zufriedenheit, so zweifle ich nicht daran, daß manche neue Hypothese sich daraus wird entwickeln lassen, die im Stande ist, nach experimenteller Prüfung auch der Praxis der Düngung neue Wege zu weisen.

Noch auf eine andere Richtung, in welcher uns die Fortsetzung ähnlicher Arbeiten, wie die eben besprochenen, wichtige Winke für die Praxis verschaffen dürfte, sei in Kürze hier hingewiesen, nämlich auf die Wahl einer Sorte für den Anbau. Hierbei sind ja selbstverständlich im speciellen Falle eine ganze Reihe von Rücksichten zu nehmen, im Allgemeinen erscheint es aber nach den vorliegenden Untersuchungen Thatsache zu sein, daß die Ergiebigkeit einer Sorte in gewisser Weise mit der Länge der Vegetationszeit zusammenhängt. Es besitzt wenigstens die große Mehrzahl aller als ertragreiche und gute Braugerste gerühmten Sorten eine mittlere Vegetationszeit von ca 110—120 Tagen

Wir sehen nun in den vorliegenden Versuchen, daß diejenigen Sorten, welche die genannte Zeit von der Aussaat bis zur Reife gebrauchten, sich ausnahmslos durch Verlängerung nur der ersten Vegetationsperioden auszeichneten. Es sind dies die von Wolff benutzten Sorten, und überzeugt man sich durch einen Blick in die Zusammenstellung der Einzelarbeiten ohne weiteres von dem Gesagten. Ich glaube, es liegt hiernach der Gedanke außerordentlich nahe, daß die gerühmte Ergiebigkeit solcher Sorten wie:Chevalier-, Anat-Gerste und andere, damit zusammenhängt, daß bei ihnen die Periode vor dem Schossen d. h. aber die Zeit in welcher relativ die stärkste Stoffaufnahme stattfindet, eine längere Ausdehnung besitzt, als bei weniger ergiebigen kurzlebige-

ren Sorten, denn dies befähigt sie den Nährstoffreichthum des Bodens besser und vollkommener auszunützen. Ist dies richtig, so würde beispielsweise bei der Saatgutzüchtung eine Verlängerung der Periode vor dem Schossen in erster Linie anzustreben sein. Auf diese und ähnliche Gedanken näher einzugehen, ist es aber wohl noch nicht an der Zeit.

Ergebnisse von Versuchen zur Feststellung des Verlaufes der Nährstoffaufnahme. Dargestellt in % der Maximalmengen.

Gerste.

Charakteristik der Pflanzen.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
1. Versuch von Scheven (Aussaat am 25. Mai 1855).										
	28. Juni	21	19,8	18,7	35,7	47,5	45,5	61,4	33,8	38,7
Volle Blüthe	17. Juli	20	69,0	68,8	78,5	94,4	100,0	100,0	68,8	73,6
	30. Juli	13	84,1	83 9	84,7	98,0	85,5	94,8	77,5	74,0
	8. Aug	9	89,9	89,7	92,7	79,4	69,2	78,2	100,0	100,0
Reife	21. Aug.	13	100,0	100,0	100,0	100,0	62,4	66,4	(58,7)	100,7
2. Versuch von Stöckhardt.										
Schossen	1. Juli	31	30,9			53,9	a. Oberirdische Substanz			
Blüthe	27. Juli	26	78,2			88,3				
Reife	23. Aug.	27	100,0			100,0				
	1. Juli	31	33,7			54,0	b. Ganze Pflanzen mit den Wurzeln			
Derselbe Versuch	27. Juli	26	79,5			90,0				
	23. Aug.	27	100,0			100,0				
3. Versuche von E. Wolff.										
a. Jerusalem-Gerste 1855 (a. a. O. S. 241).										
Schossen	16. Juni	?	24,4	23,4	45,6	44,9				
Blüthe	5. Juli	19	49,8	48,9	70,2	66,7				
Reife	4. Aug.	30	100,0	100,0	100,0	100,0				
b. Schottische Anat-Gerste 1855 (a. a. O. S. 241).										
Schossen	16. Juni	?	51,5	30,6	49,5	53,5				
Blüthe	5. Juli	19	71,5	70,2	96,1	76,4				
Reife	4. Aug.	30	100,0	100,0	100,0	100,0				
c. Jerusalem-Gerste 1856 (a. a. O. S. 230).										
Schossen	13. Juni	66	39,5	37,8	68,7	73,8	100,0	88,9	75,8	71,8
Blüthe	5. Juli	22	79,7	78,0	100,0	72,8	83,7	100,0	100,0	99,0
Reife	29. Juli	24	100 0	100,0	96,3	100,0	62,9	93,3	89,6	100,0
d. Chevalier-Gerste 1856 (a. a. O. S. 237).										
Schossen	13. Juni	66	47,8	46,8	60,2	67,0	—	—	—	—
Blüthe	5. Juli	22	89,2	88,8	94,1	68,1	64,7	100,0	100,0	93,3
Reife	1. Aug.	27	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	74,2	77,5	100,0

Charakteristik der Pflanzen.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
e. Chevalier-Gerste 1857 (a. a. O. S. 236).										
Schossen	15. Juni	70	55,0	53,8	68,7	83,0	100,0	72,6	58,4	62,5
Blüthe	4. Juli	19	87,9	86,5	100,0	88,0	99,9	100,0	100,0	79,4
Reife	24. Juli	20	100,0	100,0	87,8	100,0	71,7	64,0	95,8	100,0

4. Versuch von Fittbogen.

a. Ganze Pflanzen.

Charakteristik der Pflanzen.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Vor dem Schossen	22. Mai	10	12,0	10,2	57,7	50,2	87,7	49,2	49,3	51,6
	2. Juni	11	36,2	34,6	76,9	90,6	100,0	68,4	77,6	76,8
Schossen	16. Juni	14	74,5	73,8	93,3	97,8	99,8	85,1	88,7	91,0
Ende der Blüthe	24. Juni	8	95,0	95,0	96,5	100,0	75,8	92,8	100,0	96,8
Reife	16. Juli	22	100,0	100,0	100,0	100,0	72,5	100,0	94,4	100,0
b. Oberirdische Pflanzen.										
Vor dem Schossen	22. Mai	10	8,6	7,6	36,0	52,4	78,2	19,8	22,6	29,8
" " "	2. Juni	11	29,7	28,4	66,0	93,7	99,4	50,3	65,1	62,7
Schossen	16. Juni	14	69,5	68,8	88,6	100,0	100,0	81,7	85,1	82,9
Ende der Blüthe	24. Juni	8	91,1	91,1	88,5	94,1	71,9	91,8	100,0	93,7
Reife	16. Juli	22	100,0	100,0	100,0	97,5	76,3	100,0	95,5	100,0

5. Versuche von Hoffmeister.

Aussaat am 7. Mai, Aufgang am 15. Mai	Datum.	Länge der Periode Tage	I Superphosphat und schwefelsaur. Ammon. Trockensubstanz	I Asche	II Ungedüngt Trockensubstanz	II Asche	IV Superphosphat und Chilisalpeter Trockensubstanz	IV Asche	VI Superphosphat und Lösung von schwefelsaur. Ammon. Trockensubstanz	VI Asche
a. Oberirdische Substanz.										
	26. Mai	11	—	—	0,6	1,2	0,7	1,8	0,2	0,8
	3. Juni	8	—	—	2,0	6,2	2,8	8,1	0,8	2,7
	10. Juni	7	7,0	17,3	8,4	24,3	9,8	26,1	3,8	10,1
	17. Juni	7	16,1	43,2	17,2	39,0	26,0	52,4	10,0	31,2
	24. Juni	7	24,2	60,4	20,9	72,1	31,2	74,4	13,8	44,3
Entwickl. d. Aehren	2. Juli	8	38,2	73,9	35,1	83,0	56,2	98,0	36,2	73,5
Beginn der Reife	16. Juli	14	100,0	100,0	37,4	48,0	78,0	100,0	44,5	90,0
	23. Juli	7	74,8	69,7	100,0	100,0	100,0	94,4	100,0	100,0
b. Ganze Pflanzen incl. Wurzeln.										
	26. Mai	11	—	—	0,6	1,6	1,1	2,7	0,4	0,9
	3. Juni	8	—	—	2,5	8,2	3,6	8,3	1,1	2,9
	10. Juni	7	7,3	16,3	9,4	26,1	10,4	21,2	4,1	10,7
	17. Juni	7	19,4	46,9	21,5	67,5	29,6	61,4	13,4	38,2
	24. Juni	7	28,5	60,7	27,3	92,9	37,0	78,0	17,2	52,1
	2. Juli	8	37,6	65,9	37,5	85,0	59,3	100,0	37,9	72,5
	16. Juli	14	100,0	100,0	39,4	50,8	79,9	92,0	45,6	92,2
	23. Juli	7	73,6	70,3	100,0	100,0	100,0	80,7	100,0	100,0

B. Hafer.

Vom Hafer liegen uns folgende Versuche vor:

1. Fünf Versuche von Stöckhardt (Tharander Jahrbuch III, S. 290). Hierbei wurde verschiedenartig gedüngter Hafer mit einander verglichen und zwar wurden Wurzeln, Halme und Körner getrennt untersucht. Bis auf eine Aschenbestimmung in den Wurzeln des am 25. Juli ohne Düngung geernteten Hafers, für welche ein Mittelwerth eingesetzt werden muß[1]), sind für 3 Vegetationsstadien (kurz vor dem Schossen, Ende der Blüthe und Reife) sämmtliche Zahlen vorhanden, um für diese Zeit den Verlauf der Trockensubstanzproduction, sowie der Stickstoff- und Asche-Aufnahme zu berechnen. Stöckhardt selbst nennt die Vegetation des Hafers eine günstige und giebt an, daß das Wachsthum seines Versuchshafers „nächst dem der Kartoffeln als das ungestörteste und normalste unter den Kulturpflanzen dieser Versuchsreihe anzusehen war". Nach meinen Umrechnungen möchte ich nur bei den Proben der mit 4 Ctr. Guano per Acker gedüngten Haferpflanzen irgendwo einen Irrthum vermuthen, da es mir unwahrscheinlich erscheint, daß vor dem Schossen mehr Stickstoff in den Haferpflanzen gewesen sein könne, als am Schlusse der Blüthezeit. Von der Benutzung dieser Angaben sehe ich deshalb ab.

2. Acht Versuche von E. Wolff (Die Erschöpfung des Bodens durch die Kultur. Leipzig 1856 S. 51 und Mittheilungen von Hohenheim V, S. 245 ff.) ausgeführt 1855 bis 1857. Die Entwicklung war bei allen Versuchen normal, nur der braune Rispenhafer litt 1857 in der letzten Zeit der Vegetation durch Dürre, so daß die Strohmenge zurückblieb. Die Folge hiervon ist aber kein abnormes Resultat des procentischen Verlaufes der Trockensubstanzproduction und der Stoffaufnahme.

Die Untersuchungen erstreckten sich nur auf die oberirdische Substanz und wurden mit offenbar großer Sorgfalt 1855 und 56 zu vier 1857 zu drei verschiedenen Zeiten vorgenommen (Zeit des Schossens, der Blüthe (Samenbildung) und Reife). 1855 wurde Trockensubstanz, Asche und Stickstoff direct bestimmt und der Gehalt an einzelnen Aschenbestandtheilen nach anderen gleichzeitig ausgeführten Untersuchungen berechnet. Da Wolff in seiner zweiten Arbeit auf eine Benutzung dieser Zahlen verzichtet, so wurden sie wohl in der Haupttabelle mit aufgeführt, im Texte aber nicht benutzt. In den folgenden Jahren wurden außerdem meist die vollständigen Aschenanalysen ausgeführt. Auf eine

1) Die auf diese Weise gewonnenen Zahlen wurden mit + bezeichnet.

Benutzung der Untersuchungen des Hopetown-Hafers 1855 mußte verzichtet werden, weil das Gewicht der Erntemasse im Zustande der Reife nicht bestimmt ist.

3. Untersuchungen über einige Vorgänge bei der Vegetation der Haferpflanze von Arendt (Versuchsstationen I, S. 31, auch als selbständiges Buch erschienen). Diese Arbeit, die in vieler Hinsicht als mustergültig anzusehen ist, leidet für die Beantwortung der uns hier beschäftigenden Frage an dem Uebelstande, daß die Methode der Probenahme — Aussuchen nur fetter, gleichmäßig entwickelter Pflanzen — sich hier nicht bewährt zu haben scheint. Es läßt sich auch leicht denken, daß namentlich in der zweiten Hälfte der Vegetation diejenigen Haferpflanzen, welche als besonders „fett" in die Augen fallen, solche sind, bei denen die Ernährung nicht normal verlaufen ist, bei denen vielmehr noch zu einer Zeit eine lebhafte Stoffaufnahme stattfand, als sie bei den Durchschnittspflanzen schon nachließ. Dazu kommt, daß es Arendt für seinen Zweck für räthlich hielt, alle Seitenschosse abzuschneiden und von der Untersuchung auszuscheiden. Im Uebrigen ist zu erwähnen, daß Arendt den Hafer zu 5 verschiedenen Zeiten mit Ausschluß der Wurzeln vollständig analysirte. Wegen der angeführten Bedenken konnten Arendts Resultate für den uns hier beschäftigenden Zweck nur sub linea angeführt, nicht aber weiter rechnerisch verwendet werden, denn ein Vergleich mit allen anderen Arbeiten zeigt, daß sie wirklich etwas abnorm sind.

4. Fittbogen und Ulbricht (Vers. Stat. VI, S. 474) führten Untersuchungen der Haferpflanzen in der Zeit des Schossens, der Blüthe und der Reife aus. Dieselben betrafen die Bestimmung der Trockensubstanz und der einzelnen Aschenbestandtheile und erstreckten sich auf Wurzeln nnd oberirdische Theile, die gesondert untersucht wurden. Da die Aussaat in mit Gartenerde gefüllten Glastöpfen sehr spät erfolgte, so daß die Reife erst am 6. November eintrat, scheint das Wachsthum kein ganz normales gewesen zu sein. Wenigstens steht der Fall einzig da, daß eine, wie die absoluten Gewichtsangaben darthun, kräftige Haferpflanze, vor dem Schossen bereits $^2/_3$ der zur Zeit der Reife vorhandenen Trockensubstanz gebildet hat. Vielleicht ist aber hier ein späteres Entwicklungsstadium in der Periode des Schossens zur Untersuchung gewählt, als bei den sonstigen Untersuchungen, so habe ich bei Verwendung dieser Resultate angenommen, um nicht Zahlen zu vereinigen, die ganz offenbar nicht zusammengehören können.

5. Bretschneider (Mittheilungen des landw. Central-Vereins für Schlesien Heft 10, S. 84) untersuchte Hafer in 4 Vegetationsstadien a) Beginn des Schossens, b) volle Blüthe, c) Beginn der Reife, d)

Reife und bestimmte in der oberirdischen Pflanze die Trockensubstanz, den Stickstoff und die verschiedenen Aschenbestandtheile. Es ist dies für unseren Zweck eine sehr werthvolle Arbeit. Es muß jedoch darauf aufmerksam gemacht werden, daß die Proben wie bei Wolff's Versuchen durch Abernten je einer □Ruthe gewonnen sind, was natürlich nicht ganz genau ist. Bretschneider suchte dadurch seine Zahlen noch zu verbessern, daß er jedesmal die auf 4 □Fuß geernteten Pflanzen zählte und die Erntegewichte danach auf gleiche Pflanzenzahl umrechnete. 4 □Fuß halte ich aber bei einer solchen Bestimmung für durchaus ungenügend und verwende deshalb in den nachfolgenden Berechnungen nur die Zahlen, welche sich aus den directen Wägungen Bretschneider's ableiten lassen.

6. Dehérain, Meyer und Nautier (Jahresbericht f. Agr.-Chem. N. F. IV, S. 158 und N. F. V, S. 162) untersuchten mit wechselndem Resultate mehrere Jahre hindurch Hafer kurz vor und während der Reifezeit auf Trockensubstanz, Stickstoff und Asche. Ihnen kam es nur darauf an, die während der letzten Wochen vor und nach der Vollreife sich abspielenden Veränderungen festzustellen; für die meisten der uns hier beschäftigenden Fragen bieten daher diese Arbeiten nur wenig Material, namentlich da verschiedene Unmöglichkeiten, wie z. B. der Zuwachs an Stickstoff um 21, resp. 52 % nach Eintritt der vollen Reife, darauf hindeuten, daß wir bei diesen Arbeiten nicht an die Haferpflanzen, sondern an Hafer mit viel Unkraut zu denken haben.

Da die meisten dieser Versuche nur die oberirdischen Pflanzentheile berücksichtigen, so muß es unsere nächste Aufgabe sein, für diese aus allen vorliegenden Versuchen ein Durchschnittsbild zu entwerfen. Hierbei gelangen wir zu folgendem Resultate:

Untersuchungen, welche uns über die Vorgänge Auskunft geben, die sich in den ersten Wochen nach dem Aufgang in der Haferpflanze abspielen sind leider nicht zahlreich. Die einzigen hierher gehörigen Versuche sind 2 von Wolff aus dem Jahre 1855, in welchen der Hafer offenbar viel später gesäet wurde, als bei Wolff's späteren Versuchen, denn er war am 15. Juni viel weiter in der Entwicklung zurück und reifte um mehrere Wochen später, als in den Versuchen der beiden folgenden Jahre. Allenfalls hierher zu setzen ist außerdem die erste Untersuchungsreihe des Versuches von Arendt, dessen Versuch in seinen späteren Perioden, wie wir gesehen haben, aber leider für unsere Zwecke nicht gut verwendbar ist und deshalb auch hier nur sub linea angeführt werden kann. Die Ergebnisse dieser Versuche sind folgende:

A. Vor dem Schossen.

		Tage nach dem Aufgehen	Trockensubstanz %	Stickstoff	Asche	Organische Substanz
Wolff, weißer Rispenhafer 1855	15. Juni	?	10,3	29,5	16,0	9,8
„ brauner „ 1855	15. Juni	?	10,2	20,9	25,8	9,3
Mittel aus obigen Versuchen			10,25	25,2	20,9	9,5
Arendt 1857	10. Juni	18	18,6	27,1	28,9	18,0

Aus einem etwas späteren Entwicklungszustande, dem Beginnen des Schossens, liegen uns zahlreichere Untersuchungen vor, deren relative Ergebnisse in folgender Tabelle zusammengestellt sind.

B. Beginn des Schossens.

			Datum.	Tage nach dem Aufgange	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Stickstoff	Asche	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
1	Bretschneider		19. Juni	48	27,2	26,9	40,2	43,2	56,2	43,5	45,8	33,8
2	Wolff, weißer Fahnenhafer	1857	15. "	70	31,0	30,0	67,4	40,3	51,8	39,8	34,2	38,6
3	" " Rispenhafer	1857	15. "	71	35,0	34,1	61,3	49,8	64,6	43,7	33,1	43,9
4	" brauner "	1857	15. "	73	28,8	28,1	50,0	38,3	52,4	44,7	33,4	35,9
5	" " "	1856	13. "	78	23,0	22,2	33,8	35,1	42,4	37,8	40,0	24,9
6	" weißer Fahnenhafer	1856	13. "	75	18,6	17,8	41,5	31,1	—	—	—	—
7	" " Rispenhafer	1855	5. Juli	?	36,2	35,2	67,6	48,2	—	—	—	—
8	" brauner "	1855	5. "	?	36,0	35,1	46,1	51,9	—	—	—	—
9	Stöckhardt, ungedüngt		5. "	36	36,1	34,4	49,7	54,6	—	—	—	—
10	" Chilisalpeter		5. "	36	21,7	20,7	51,8	32,4	—	—	—	—
11	" Chilisalp. u. Guano		5. "	36	30,6	29,3	60,0	42,9	—	—	—	—
12	" Knochenmehl		5. "	36	16,2	15,5	26,7	22,7	—	—	—	—
13	" Guano		5. "	36	36,4	35,9	82,4	40,0	—	—	—	—
	Durchschnittsergebniß aus Nr.	1— 5		68	29,0	28,3	50,5	41,3	53,5	41,9	37,3	35,4
	" " "	1—12		56	28,4	27,4	49,8	37,5	—	—	—	—

Es erscheint hiernach in der Hauptsache gleichgültig, ob das Ergebniß 1—12 oder 1—5 genommen wird. Die Verschiedenheit in der Länge der Periode bei gleichem Verhältniß von Trockensubstanz zu Asche und zu Stickstoff läßt die Bedeutung der Sortenverschiedenheit erkennen, die wesentlich auf verschiedener Länge der vor dem Schossen liegenden Vegetationsperiode beruht.

Aehnlich, aber in geringerem Maaße wie bei der Gerste, sehen wir aus A und B, daß auch beim Hafer in der Zeit vor dem Schossen die Stoffaufnahme erheblich die Production organischer Substanz überwiegt. Erstere ist, wie bei der Gerste, in den ersten Wochen nach dem Aufgange noch einmal so intensiv als die letztere. Der Unterschied zwischen Hafer und Gerste besteht aber darin, daß alle diese Lebensprocesse beim Hafer langsamer verlaufen. Während die Gerstenpflanze in den ersten 4 Wochen 20 % der gesammten Trockensubstanz bildet und ca 40—60 % ihrer sämmtlichen Nährstoffe aufnimmt, hat diese Periode beim Hafer etwa 7 Wochen Länge und es werden dabei nur ca 10 % der Trockensubstanz gebildet, resp. 15—30 % der Nährstoffe aufgenommen. Die Gerste muß also eine viel reichere Ernährung in der Jugend bekommen als der Hafer, um zu einer so viel energischeren Arbeit befähigt zu werden. Schon mehrere Wochen vor dem Beginne des Schossens scheint auch jenes Uebertwiegen der Stoffaufnahme über die Substanzproduction bedeutend nachzulassen, so daß wir dann einen nahezu parallelen Verlauf dieser beiden Functionen vorfinden, wie er bei der Gerste erst eintritt, nachdem bereits ein viel bedeutenderer Theil der Gesammtmenge dieser Arbeiten geleistet wurde. Da wir dies aus Versuchen ersehen, bei denen Stickstoff und Asche bestimmt wurde, so dürfen wir zweckmäßiger Weise bei einer graphischen Darstellung auch für die einzelnen Aschenbestandtheile nur das Gleiche annehmen, wie es auf unserer Tafel geschehen ist.

Aus einer etwas späteren Zeit der Periode des Schossens liegen die Resultate von 2 Versuchen von Arendt, sowie von Fittbogen und Ulbricht vor, die wir hier übergehen können, da sie nichts anderes lehren, als die zahlreicheren zur Blüthezeit ausgeführten Analysen, welche in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind.

C. Blüthezeit.

		Datum.	Zahl der Tage nach Abschn. R.	Trocken-Substanz	Organ. Substanz	Stickstoff	Asche	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
1	Bretschneider	8. Juli	19	79,0	78,0	90,7	87,0	100,0	100,0	90,8	78,7
2	Wolff, weißer Fahnenhafer 1857	4. "	19	78,5	77,9	88,9	85,3	100,0	75,0	63,8	72,4
3	" " Rispenhafer 1857	4. "	19	69,2	67,6	95,2	94,0	100,0	88,1	90,5	89,0
4	" brauner " 1856	5. "	22	65,5	64,7	52,7	77,4	100,0	77,4	55,2	57,1
5	" " " 1857	4. "	19	69,5	68,6	63,4	81,1	100,0	87,5	72,1	65,5
7	Fittbogen und Ulbricht	13. Septb.	?	77,3	76,1	—	85,3	98,7	78,0	98,8	92,3
6	Wolff, weißer Fahnenhafer 1856	5. Juli	22	61,7	61,2	71,0	68,0	100,0	100,0	59,2	59,9
8	" " Rispenhafer 1855	4. August	30	75,8	75,8	100,0	75,3	—	—	—	—
9	" brauner " 1855	4. "	30	84,2	83,4	81,0	95,4	—	—	—	—
10	Stöckhardt, ungedüngt	25. Juli	20	73,6	73,0	97,3	82,5	—	—	—	—
11	" Chilisalpeter	25. "	20	82,9	82,6	95,2	86,5	—	—	—	—
12	" Chilisalpeter u. Guano	25. "	20	89,4	89,8	89,0	84,4	—	—	—	—
13	" Knochenmehl	25. "	20	59,5	59,1	50,1	63,9	—	—	—	—
	Arendt	10. "	30	76,0	75,8	57,5	79,2	90,8	78,9	57,5	72,5
	Stöckhardt, Guano	25. "	20	66,9	66,9	68,8	59,1	—	—	—	—
	Durchschnitt von Nr. 1—6			70,6	69,7	77,0	82,1	100,0	88,0	71,9	70,4
	" " " 1—6 u. 8—13			71,5	70,6	—	82,6	99,8	86,6	75,8	73,6
	" " " 1—7		22	74,1	73,5	81,2	81,8				

Die nicht sonderlich ins Gewicht fallenden Differenzen in dem Verhältniß zwischen Trockensubstanzproduction und Stickstoffaufnahme, die wir zwischen den Durchschnitten von 1—6 und 1—13 erblicken, erklären sich aus einem etwas abweichenden Verhalten von Nr. 4 und 5, und wird deshalb bei Construction eines Schema's so weit als möglich, d. h. für die drei ersten Rubriken, den Resultaten von 1—13 der Vorzug zu geben sein. Das Ergebniß der Zusammenstellung ist, daß in der Haferpflanze in der Periode vom Beginn des Schossens bis zur vollen Blüthe eine sehr lebhafte Production von Pflanzensubstanz stattfindet, daß dieser die Aufnahme von Kali und Kalk parallel verläuft, während Stickstoff, Phosphorsäure und Magnesia in relativ geringerer Menge aufgenommen werden. Aus dem Beginne der Reifezeit liegen dann noch 3 Untersuchungen mit folgendem Ergebnisse vor:

D. Beginn der Reife.

		Datum.	Tage vor der vollen Reife	Trockensubstanz	Organische Substanz	Stickstoff	Asche	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
1	Wolff, brauner Rispenhafer 1856	1. Aug.	15	94,4	94,4	66,2	94,5	81,5	100,0	84,9	73,4
2	Wolff, weißer Fahnenhafer 1856	1. „	15	95,5	95,0	86,1	100,0	90,5	94,4	100,0	100,0
3	Bretschneider	28. Juli	9	80,7	80,7	92,3	79,6	92,3	73,4	78,6	75,2
	Durchschnitt unter Fortlassung der Stickstoffangabe bei Versuch 1		13	90,2	90,0	89,2	91,4	88,1	89,3	87,8	82,9

Es nähert sich also jetzt, von der Blüthezeit ab, der Stoffgehalt im Allgemeinen seinem Maximum in langsameren Tempo, als die Trockensubstanzproduction fortschreitet. Nur die Kalimenge, welche schon zur Blüthezeit ihren Höhepunkt erreicht hatte, verringert sich jetzt allmälig wieder.

Die Gesammtmenge der überhaupt in die Haferpflanze eintretenden Nährstoffe (mit Ausnahme des Kali's), so wie das Maximum der Trockensubstanzproduction finden wir zur Reifezeit in der Pflanze. In einzelnen Versuchen zeigt sich freilich auch bei anderen Pflanzennährstoffen zur Reifezeit weniger als vorher, was dann wohl seine Begründung im Abfall von Blättern und in der herrschenden Witterung findet. Die zahlenmäßigen Verhältnisse der vorliegenden Versuche zur Reifezeit zeigt folgende Uebersicht:

E. Reifezeit.

		Datum.	Tage nach C.	Organ. Substanz oder Trocken-substanz	Stickstoff	Asche	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphor-säure
1	Bretschneider	6. August	29	100,0	100,0	100,0	86,2	97,0	100,0	100,0
2	Wolff, weißer Fahnenhafer 1857	7. "	34	100,0	100	100,0	62,7	100,0	100,0	100,0
3	" " Rispenhafer 1857	7. "	34	100,0	100	100	80,5	100	100	100
4	" brauner " 1856	16. "	42	100	100	100	91,9	84,8	100	100
5	" " " 1857	7. "	34	100	100	100	76,8	100	100	100
6	" weißer Fahnenhafer 1856	16. "	42	100	100	96,7	80,0	90,5	75,9	95,5
7	Fittbogen und Ulbricht	6. Novbr.	54	100	100	100	100	100	100	100
8	Wolff, weißer Rispenhafer 1855	27. August	23	100	96,4	100	—	—	—	—
9	" brauner " 1855	27. "	23	100	100	100	—	—	—	—
10	Stöckhardt, ungedüngt	23. "	29	100	100	100	—	—	—	—
11	" Chilisalpeter	23. "	29	100	100	100	—	—	—	—
12	" Chilisalpeter u. Guano	23. "	29	100	100	100	—	—	—	—
13	" Knochenmehl	23. "	29	100	100	100	—	—	—	—
	" Guano	23. "	29	100	100	100	—	—	—	—
	Durchschnitt		33	100	99,7	99,7	82,6	96,0	96,6	99,4

Ueber die Wachsthumsverhältnisse in den letzten Lebenswochen der Haferpflanze haben auch wie schon erwähnt Dehérain, Meyer und Nautier mehrfach gearbeitet. Ihre Resultate wurden, weil sie sich eben nur auf die letzten Wochen beziehen, nicht mit in die obigen Tabellen eingereiht, sie zeigen aber im Großen und Ganzen dasselbe, was die älteren von uns benutzten deutschen Arbeiten schon 2 Jahrzehnte früher gezeigt haben. Nur soviel sei hier davon noch erwähnt, daß sie auch darlegen, daß bei entsprechender Witterung Hafer, der nach der Reife nicht geschnitten wird, durch Körnerausfall und Verwitterung meist rasch einen Theil seiner Erntesubstanz verliert, daß aber bei ungleichmäßiger Reife in Folge starker Bestockung sich auch noch jüngere Schosse sowie Unkräuter weiter entwickeln und dem Boden dann, auch nach dem Eintritt der eigentlichen Fruchtreife, noch mehr Stoffe entziehen können, so daß unter Umständen eine überreife Halferernte mehr Pflanzennährstoffe enthält als eine normal reif geerntete.

Ueberblicken wir nochmals an der Hand unserer Curventafel die Durchschnittsergebnisse aller Haferversuche, so sehen wir, daß auch beim Hafer in der ersten Hälfte der Vegetationszeit die Stoffaufnahme, in der 2ten Hälfte die Production organischer Substanz überwiegt. Es ist dies aber bei weitem nicht in dem Maaße der Fall, als bei der Gerste. Der Hafer hat außerdem in der ersten, arbeitsreichsten Lebensperiode mehr Zeit zur Disposition und ist offenbar auch später besser geeignet zur Stoffaufnahme, als die Gerste und ist sein Ertrag deshalb nicht in dem Maaße abhängig von einem großen Vorrathe leichtassimilirbarer Nahrung im Boden, wie dies beim Gerstenbau der Fall ist.

Um zu erfahren, in wiefern die in den vorstehenden Zusammenstellungen zum Ausdruck gebrachten Verhältnisse der Stoffaufnahme und Trockensubstanzproduction der oberirdischen Pflanze uns ein Bild geben von den Wachsthumsvorgängen in den ganzen Pflanze, können wir diese Verhältnisse an den Versuchen von Stöckhardt und Fittbogen-Ulbricht studiren. Die Stöckhardt'schen Versuche zeigen sämmtlich genau die gleichen Verhältnisse. Der bequemeren Uebersicht halber ziehe ich dieselben mit Ausnahme des Guano-Versuches deshalb hier zu Durchschnittszahlen zusammen, wobei sich folgendes Resultat ergiebt:

		Kurz vor dem Schossen	Differenz	Ende der Blüthe	Differenz	Reife	Differenz
Trockensubstanz,	ganze Pflanze	28	+ 2	79	+ 3	100	± 0
„	oberirdische „	26		76		100	
Stickstoff	ganze „	50	+ 3	86	+ 3	100	± 0
„	oberirdische „	47		83		100	
Asche	ganze „	41	+ 3	82	+ 4	100	± 0
„	oberirdische „	38		78		100	

Wir finden hier also in der gesammten Pflanze ein ähnliches Verhältniß zwischen Trockensubstanz einerseits und Stickstoff resp. Asche andererseits, wie in der oberirdischen Pflanze. Es ist aber die Wurzelmenge in der Jugend relativ größer als späterhin, so daß für die ganze Haferpflanze die Stoffaufnahme um 3 %, die Trockensubstanzproduction in der Zeit bis zum Schossen noch um 2 % stärker anzunehmen ist als unsere, die oberirdischen Theile betreffenden, Zusammenstellungen zeigen. Für die mittlere Periode sind die betreffenden Verhältnisse nach Stöckhardt's Versuchen bei der ganzen Pflanze ebenso, wie bei den oberirdischen Theilen. Für die Zeit nach der Blüthe würde dem entsprechend die Stoffaufnahme, sowie Production pflanzlicher Substanz bei der ganzen Pflanze um 3 % geringer sein, als nach den Angaben für die oberirdischen Theile scheint.

Noch stärker ausgeprägt zeigt uns etwas Aehnliches der Versuch von Fittbogen und Ulbricht bei deren Versuchsmethode (Topfkultur) ein vollkommneres Sammeln der Wurzeln möglich war, als bei den im freien Lande gewachsenen Haferpflanzen Stöckhardt's. Es zeigen hierbei die ganzen Pflanzen folgendes Mehr + oder Weniger — als die oberirdischen Theile derselben (in % der Maximalmenge):

	Zeit des		
	des Schossens	der Blüthe	des Reifens
Trockensubstanz	+ 8,9	+ 4,4	± 0
Asche	+ 11,6	+ 4,7	± 0
Kali	+ 15,4	+ 0,6	± 0
Kalk	+ 8,7	— 2,3	± 0
Magnesia	+ 20,0	+ 0,3	± 0
Phosphorsäure	+ 13,9	— 0,1	± 0

Hierbei erweisen sich also, wie bei der Gerste, die Wurzeln der Pflanze als ein wichtiges Reservoir von mineralischen Nährstoffen, welches in der Zeit vor dem Schossen gefüllt wird, um dann allmählich

entleert zu werden. Die Folge davon ist aber, daß die gesammte Aufnahme von Pflanzennährstoffen in der Zeit vor dem Schossen absolut, wie auch im Verhältniß zur Trockensubstanzproduction erheblich bedeutender ist, als es bei Betrachtung nur der oberirdischen Pflanzentheile der Fall zu sein scheint.

Ferner zeigt sich auch bei den vorstehenen Versuchen mit Hafer, was schon bei der Gerste zu beobachten war, daß die gesammte Zeit, welche eine Hafersorte zur Vegetation gebraucht, mit der Zeit steigt und fällt, welche sie für die erste vor dem Schossen liegende Wachsthumsperiode zur Disposition hat. Dies ist die Zeit der Füllung des Nährstoffmagazins, welches offenbar auch für die einjährige Getreidepflanze die Wurzeln vorstellen und es ist auch die Zeit, in welcher die Stoffaufnahme einer normal wachsenden Pflanze relativ intensiver verlaufen muß, als die Production organischer Substanz, also wohl auch relativ stärker, als die Wasserverdunstung durch die Blätter. Je geringere Intensität der Stoffaufnahme in dieser Zeit nöthig ist, resp., was dasselbe bedeutet, je längere Ausdehnung der Sortencharacter dieser Periode verleiht, um so höher wird die Pflanze das im Boden disponible Nährstoffkapital verwerthen können. Dies erklärt es uns, weshalb auch beim Hafer die Regel Bestätigung findet, welche wir schon bei der Gerste kennen lernten, daß im Allgemeinen die Sorten mit längerer Vegetatioszeit den Vorzug verdienen, weil sie in der ersten Hälfte ihrer Vegetation den Boden besser auszunützen vermögen, als andere.

Einige der vorliegenden Haferversuche zeigen außerdem, wie die Düngung den zeitlichen Verlauf der Stoffaufnahme zu beeinflussen vermag, nämlich die von Stöckhardt angestellten. Bei ihnen wurde zeitlich die leichtlösliche Düngung, welche aus Chilisalpeter oder aus Chilisalpeter und Guano bestand, in derselben Weise ausgenützt, wie der Nährstoffvorrath des ungedüngten Bodens. Die Düngung mit Knochenmehl führte dagegen zu einer erheblichen Stoffaufnahme erst nach dem Eintritte des Schossens.

Die Ernteergebnisse der Stöckhardt'schen Versuche zeigen aber, was seitdem durch viele practische Beobachtungen bestätigt ist und was namentlich Wagner bei seinen schönen Düngungsversuchen mit Gerste erklärt und bewiesen hat, daß bei einem derart abnormen Verlaufe der Stoffaufnahme die aufgenommenen Nährstoffe nicht normal verarbeitet werden können. Die Folge einer Düngung mit schwerlöslichen Substanzen für Pflanzen, welche darauf angewiesen sind, in der Jugend viel Nährstoffe aufzunehmen, ist aber eine ungenügende Ertragssteigerung, und die Erzeugung von Pflanzen, welche ihren Stoffgehalt nicht

in der Weise auf die verschiedenen Organe vertheilt zeigen, wie wir es eigentlich von der reifen Pflanze verlangen.

Um noch zum Schlusse dieser Betrachtungen das Gesammtresultat aller vorliegenden Versuche in Durchschnittszahlen überblicken zu können, ist es nöthig, daß man sich dieselben tabellarisch zusammenstellt, wie dies am Schlusse des tabellarischen Nachweises der Einzelarbeiten geschehen ist. Auf der beifolgenden Tafel II sind die Durchschnittsresultate der größeren Deutlichkeit halber überdies noch graphisch dargestellt.

Verlauf der Stoffaufnahme beim Hafer.

In % der Maximalmengen.

Vegetationsstadium.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff
			1. Versuche von Stöckhardt.							
			a. Ungedüngt.							
			A. Oberirdische Pflanze.				B. Ganze Pflanze.			
Kurz vor dem Schossen	5. Juli	36	36,1	34,4	54,6	49,7	39,0	36,9	58,3	53,6
Ende der Blüthe	25. „	20	73,6	73,0	82,5	97,3	76,7	76,0	83,7	99,9
Reife	23. Aug.	23	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
			b. 6 Ctr. Knochenmehl pro 1 Acker.							
Wie oben.	5. Juli	36	16,2	15,5	22,7	26,7	17,2	16,5	24,0	28,4
	25. „	20	59,5	59,1	63,9	50,1	60,2	59,9	66,2	51,7
	23. Aug.	23	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
			c. 3 Ctr. Chilisalpeter pro 1 Acker.							
Wie oben.	5. Juli	36	21,7	20,7	32,4	51,8	23,4	22,4	34,6	53,1
	25. „	20	82,9	82,6	86,5	95,2	85,5	85,6	83,8	96,6
	23. Aug.	23	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
			d. 4 Ctr. Guano pro 1 Acker.							
Wie oben.	5. Juli	36	36,4	35,9	40,0	82,4	38,4	37,9	42,3	83,4
	25. „	20	66,0	66,9	59,1	68,8	68,1	69,0	60,7	69,2
	23. Aug.	23	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
			e. 2 Ctr. Guano und 1½ Ctr. Chilisalpeter.							
Wie oben.	5. Juli	36	30,6	29,3	42,9	60,0	30,6	32,2	46,3	63,9
	25. „	20	89,4	89,8	84,4	89,0	89,4	94,1	92,8	93,0
	23. Aug.	23	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

2. Versuche von E. Wolff.

a Weißer ungegrannter Fahnenhafer 1857 (a. a. O. S. 245).

Vegetationsstadium.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Schossen	15. Juni	70	31,0	30,4	40,3	67,4	51,8	39,8	34,2	38,6
Blüthe	4. Juli	19	78,5	77,9	85,3	88,9	100,0	75,0	63,8	72,4
Reife	7. Aug.	34	100,0	100,0	100,0	100,0	62,7	100,0	100,0	100,0

b. Derselbe 1856.

Vegetationsstadium.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Schossen	13. Juni	75	18,6	17,8	31,1	41,5	—	—	—	—
Blüthe	5. Juli	22	61,7	61,2	68,0	71,0	100,0	100,0	59,2	59,9
Halbreife	1. Aug.	27	95,5	95,0	100,0	68,1	90,5	94,4	100,0	100,0
Reife	16. „	15	100,0	100,0	96,7	100,0	80,0	90,5	75,9	95,5

c. Brauner Rispenhafer 1857.

Vegetationsstadium.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Schossen	15. Juni	73	28,8	28,1	38,3	50,0	52,4	44,7	33,4	35,9
Blüthe	4. Juli	19	69,5	68,6	81,1	63,4	100,0	87,5	72,1	65,5
Reife	7. Aug.	34	100,0	100,0	100,0	100,0	76,8	100,0	100,0	100,0

d. Derselbe 1856.

Vegetationsstadium.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Schossen	13. Juni	78	23,0	22,2	35,1	33,8	42,4	37,8	40,0	24,9
Blüthe	5. Juli	22	65,5	64,7	77,4	52,7	100,0	77,4	55,2	57,1
Halbreife	1. Aug.	27	94,4	94,4	94,5	66,2	81,5	100,0	84,9	73,4
Reife	16. „	15	100,0	100,0	100,0	100,0	91,9	84,8	100,0	100,0

e. Früher weißer Rispenhafer 1857 (a. a. O. S. 255).

Vegetationsstadium.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Schossen	15. Juni	71	35,0	34,1	49,8	61,3	64,6	43,7	33,1	43,9
Blüthe	4. Juli	19	69,2	67,6	94,0	95,2	100,0	88,1	90,5	89,0
Reife	7. Aug.	34	100,0	100,0	100,0	100,0	80,5	100,0	100,0	100,0

f. Derselbe 1855 (a. a. O. S. 257 und Erschöpfung des Bodens S. 51).

Vegetationsstadium.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
	15. Juni	?	10,3	9,8	16,0	29,5	23,5	32,0		15,0
	5. Juli	} 30	36,2	35,2	48,2	67,6	76,9	100,0		37,7
	4. Aug.		75,8	75,8	75,5	100,0	100,0	70,0		56.4
	27. „	23	100,0	100,0	100,0	9,64	76,0	28,5		100,0

g. Brauner Rispenhafer 1855 (a. a. O. S. 258 und Erschöpfung d. Bodens S. 52).

Vegetationsstadium.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
	15. Juni	?	10,2	9,3	25,5	20,9	29,7	47,1		23,8
	5. Juli	} 30	36,0	35,1	51,9	46,1	65,6	100,0		40,4
	4. Aug.		84,2	83,4	95,4	81,0	100,0	81,6		71,0
	27. „	23	100.0	100,0	100,0	100,0	60,1	26,1		100,0

3. Versuch von Arendt.

Vegetationsstadium.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Beginn d. Schossens	10. Juni	18	18,6	18,0	28,9	27,1	38,5	30,5	23,7	23,0
Ende des Schossens	30. „	} 30	55,4	55,4	55,2	45,1	70,2	57,8	42,0	42,1
Ende der Blüthe	10. Juli		76.0	75,8	79,2	57,5	90,8	78,9	57,5	72,5
Beginn der Reife	21. „	11	94,5	94,5	95,3	90,5	100,0	98,5	84,0	90,7
Reife	31. „	10	100,0	100,0	100,0	100,0	98,8	100,0	100,0	100,0

Vegetations-stadium.	Datum	Dauer der Periode Tage	Trocken-substanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
4. Versuch von Fittbogen und Ulbricht.										
a. Oberirdische Pflanze.										
Schossen (Anfang)	25. Aug.	?	54,2	52,8	62,2	—	75,0	49,3	61,1	65,8
Blüthe	13. Sept.	19	77,3	76,1	85,3	—	98,7	78,0	98,8	92,3
Reife	6. Nov.	54	100,0	100,0	100,0	—	100,0	100,0	100,0	100,0
b. Ganze Pflanze.										
Schossen	25. Aug.	?	63,1	61,7	73,8	—	90,4	58,0	81,1	79,7
Blüthe	13. Sept.	19	81,7	80,4	90,0	—	99,3	75,7	99,1	92,2
Reife	6. Nov.	54	100,0	100,0	100,0	—	100,0	100,0	100,0	100,0
5. Versuch von Bretschneider.										
Schossen	19. Juni	48	27,2	26,9	43,2	40,2	56,2	43,5	45,8	33,8
Blüthe	8. Juli	19	79,0	78,0	87,0	90,7	100,0	100,0	90,8	78,7
Beginn der Reife	28. „	20	80,7	80,7	79,6	92,3	92,3	73,4	78,6	75,2
Reife	6. Aug.	9	100 0	100,0	100,0	100,0	86,2	97,0	100,0	100,0
6. Versuche von Dehérain, Meyer und Nautier (a. a. O. S. IV, 158).										
a. Versuch von 1879.										
	31. Juli		91,0		89,5	67,5				
	13. Aug.		100,0		100,0	100,0				
	16. „		93,6		93,2	81,5				
	19. „		71,0		58,0	62,8				
	22. „		68,0		52,4	58,5				
b. Versuch von 1880.										
	6. Juli		43,8		58,5	56,8				
	12. „		55,9		67,8	75,0				
	18. „		68,9		64,2	83,5				
	7. Aug.		100,0		100,0	100,0				
c. Versuch von 1881. Ungedüngt.										
	8. Juli		89,7		83,9	90,0				
	18. „		97,5		100,0	99,1				
Reife	31. Juli		100,0		85,0	100,0	Nach Eintritt der Vollreife			
	6. Aug.		96,4		78,2	121,0	in 6 Tagen 21 % Zunahme			
d. Versuch von 1881. Stallmistdüngung.										
	8. Juli		87,7		99,4	93,9				
	18. „		100,0		100,0	100,0				
Reife	31. „		96,4		82,7	93,6	Enorme Zunahme nach			
	6. Aug.		122,0		112,2	152,4	Eintritt der Vollreife.			

Vegetationsstadium.	Dauer der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Durchschnittsergebnisse aus obigen Versuchen.									
a. Factisch erhaltene Durchschnitte.									
A. Vor dem Schossen.	Nach dem Aufgange ca 16	10,2	9,5	20,9	25,2	—[1]	—[1]	—[1]	—[1]
B. Beginn d. Schossens.	Nach Periode A ca 20	29,0	28,3	41,3	50,5	53,5	41,9	37,3	35,4
C. Blüthezeit.	Nach Periode B ca 22	74,1	73,5	81,8	81,2	99,8	86,6	75,8	73,6
D. Beginn d. Reife.	Nach Periode C ca 20	90,2	90,0	91,4	89,2	88,1	89,3	87,8	82,9
E. Volle Reife.	Nach Periode D ca 13	100,0	100,0	99,7	99,7	82,6	96,0	96,6	99,4
b. Corrigirte Durchschnittswerthe, d. h. die factischen Maxima = 100,0 gesetzt.									
A. Vor dem Schossen.	Wie oben	10,2	9,5	21,0	25,3	27,2	22,2	19,6	18,0
B. Beginn d. Schossens.	Wie oben	29,0	28,3	41,4	50,7	53,6	43,7	38,6	35,6
C. Blüthezeit.	Wie oben	74,1	73,5	82,1	81,5	100,0	90,3	78,5	74,1
D. Beginn d. Reife.	Wie oben	90,2	90,0	91,7	89,5	88,3	93,1	90,9	83,4
E. Volle Reife.	Wie oben	100,0	100,0	100,0	100,0	82,8	100,0	100,0	100,0

C. Verschiedenheit der Ansprüche von Gerste und Hafer an den Reichthum des Bodens.

Nachdem wir den Verlauf der Stoffaufnahme bei Gerste und Hafer kennen gelernt haben, ist es nun wohl an der Zeit, auch die Frage zu bedenken: woran es liegt, daß der Hafer um so viel bescheidener in seinen Ansprüchen an den Nährstoffgehalt des Bodens ist, als die Gerste, trotzdem er dem Boden mehr Nährstoffe entzieht, als diese. Wir haben schon weiter oben darauf hingewiesen, von welcher Bedeutung es ist, daß beim Hafer die erste Periode der Vegetation viel länger dauert als

1) In b. berechnet aus den Angaben von Periode B nach der Gleichung: Asche B: Asche A = 53,6 2c.: x.

bei der Gerste und mag dies wohl dazu beitragen den Unterschied hervorzurufen, welcher in den Düngungsanforderungen zwischen Gerste und Hafer besteht. Sicherlich kommen, um dies zu erklären, aber noch andere specifische Differenzen in dem Wachsthum beider Pflanzen in Betracht und möchte ich gleich hier auf eine solche hinweisen, die mir als von besonderer Wichtigkeit erscheint. Es ist dies die verschiedene quantitative Entwicklung des Wurzelsystems bei Gerste und Hafer und die verschiedene Größe der Arbeitsleistung, welche sich hieraus und aus der verschieden langen Zeit ergiebt, während deren die Wurzeln thätig sind. Die Erörterung dieser Frage möchte ich deshalb hier mit einflechten, weil dieselbe sicherlich eine gewisse Bedeutung hat und weil zu ihrer Untersuchung gerade bei Gerste und Hafer verhältnißmäßig schon das meiste Material in der Literatur zu finden ist. Schon oft ist es ja versucht worden, aus der Ausbildung des Wurzelsystems Schlüsse zu ziehen auf das Düngerbedürfniß der Kulturpflanzen, aber es war dies vor allen Dingen deshalb nicht möglich, weil es meistens nicht scharf genug hervorgehoben ist, daß für diese Fragen nur verglichen werden können die Wurzeln solcher Pflanzen, die erstens morphologisch einander ähnlich sind, so daß man Grund hat zu der Annahme, daß die gleiche Zahl, Länge oder Gewicht der unter gleichen Verhältnissen gewachsenen Pflanzen verschiedener Art die gleiche Leistungsfähigkeit betreffs der Stoffaufnahme repräsentirt; zweitens setzt der Vergleich der Wurzelquanta aber auch einen gleichartigen zeitlichen Verlauf der Wurzelthätigkeit voraus, denn das gleich leistungsfähige Wurzelquantum zweier Pflanzen kann eine ganz verschiedene Aufgabe zu lösen haben, wenn die eine Pflanze x g Nährstoffe in wenigen Wochen gebraucht, während die andere die gleiche Nährstoffmenge nach und nach im Laufe einer mehrmonatlichen Entwicklungszeit zugeführt erhalten muß, um normal zu wachsen. Während wir hiernach niemals daran denken dürfen, aus den Wurzelquantitäten, die wir in einem Falle bei Gerste und im anderen Falle etwa bei Klee vorfinden, Schlüsse betreffs des Nährstoffbedürfnisses ziehen zu wollen, so können wir dies bei einem Vergleiche von Hafer mit Gerste sehr wohl versuchen. Es muß dabei aber die Vorsicht beobachtet werden, nur Wurzeln von unter gleichen Vegetationsbedingungen gewachsenen Pflanzen für den Vergleich zu verwenden, denn die Ernährungsverhältnisse üben auf die ganze Art der Wurzelentwicklung einen enormen Einfluß aus, wie z. B. die Versuche von Nobbe, Haberlandt, Heinrich und andern Forschern gezeigt haben.

Es bietet deshalb wohl einiges Interesse, einmal die Resultate zusammenzustellen, welche bisher bei der vergleichsweisen Bestimmung der

Wurzelmenge von Gerste und Hafer gefunden worden sind. Soweit mir dieselben bekannt wurden, gebe ich sie im Nachfolgenden wieder.

Stöckhardt veröffentlichte (Tharander Jahrbuch N. F. II, S. 147—152 und ebenda III, S. 287—295) eine Anzahl Untersuchungen, die hier zu erwähnen sind. In gleichen Entwicklungsstadien berechnete sich daraus als Mittel von 7 Versuchsreihen mit Gerste und 6 Reihen mit Hafer, daß auf 100 Theile der gesammten Pflanzenmasse Wurzeln kamen:

	bei der Gerste	beim Hafer
Kurz vor dem Schossen	10,5 %	11,2 %
Beginn der Blüthe	5,2 „	7,5 „
Reife	4,7 „	4,4 „

John berechnet (Annalen der Landwirthschaft XVII, S. 325) nach seinen in Proskau angestellten Untersuchungen die Wurzelrückstände von 1 ha bei der Gerste zu 1658 kg, beim Hafer zu 2115 kg.

Schuhmacher (Statik S. 147) berechnet die Wurzelrückstände pro 1 Morgen bei Gerste zu 260 Pfd., bei Hafer zu 500 Pfd.

Hosaeus (Fühlings Neue landw. Zeitung IX, S. 19) erhielt bei Topfkultur in gleichem Boden pro Pflanze: bei Hafer 1,6—3,5—1,7 g bei Gerste 1,3 g Wurzeln.

Heinrich (Annalen des Mecklenburger Patriotischen Vereins 1876 Nr. 7) fand bei, unter gleichen Verhältnissen, in Kästen gezogenen Pflanzen

	Wurzellänge	Gewicht der lufttrockenen Wurzeln
Gerste	1,90 met.	27,5 g
Hafer	2,27 „	43,75 g

Werner und Weiske (Werner Futterbau S. 169) ermittelten die Wurzelrückstände pro 1 ha bei Gerste zu 2226,9 kg, bei Hafer zu 4725,7 kg.

Haberlandt (Pflanzenbau S. 147) nimmt an, daß das Wurzelquantum in der gesammten Ernte beträgt bei Gerste 8,7 %, bei Hafer 10,0 %.

Gewiß würde sich die Reihe der ausgeführten Untersuchungen noch etwas verlängern lassen, wenn man noch eingehender die Literatur durchsehen wollte, als ich es bei der Sammlung dieser Daten gethan habe. Aber ich glaube das angeführte Material dürfte genügen, um den Beweis als gebracht anzusehen, daß unter gleichen Wachsthumsverhältnissen thatsächlich der Hafer eine erheblich stärkere Bewurzelung aufweist als die Gerste.

Nobbe fand bei seinen Wurzelmessungen u. a. folgendes (Versuchsstationen XVIII, S. 279) bei je einer einjährigen Pflanze.:

	Fichte	Tanne	Kiefer
Längssumme aller Wurzelfasern	1,941 met.	0,992 met.	11,988 met.
Oberfläche aller "	41,39 □cm	24,52 □cm	205,15 □cm
Gewicht der Wurzeltrockensubst.	63,0 mg	90,0 mg	222,0 mg

Mit Recht erblickte er hierin eine Erklärung für die geringen Ansprüche, welche die Kiefer bekanntlich an den Reichthum des Bodens stellt.

Ebenso können wir es aber auch als höchst wahrscheinlich ansehen, daß in der stärkeren Entwicklung, welche das Wurzelsystem des Hafers im Vergleiche zu dem der Gerste aufweist, eine Erklärung für die Thatsache zu erblicken ist, daß der Hafer einem viel ärmeren Boden die ihm nothwendigen Nährstoffe zu entziehen vermag als die Gerste. Ist dies aber so ohne Weiteres ausreichend als Erklärung für die Thatsache, daß wir den Hafer so vielfach als Nachschlagsfrucht bauen sehen, wo man meint, der Gerste nur einen gut gedüngten Acker bieten zu dürfen? Vergegenwärtigen wir uns die thatsächlichen Verhältnisse, dann sehen wir, wie z. B. nach v. Gohren (Agrikulturchemie 1877 I, S. 625) in einer Mittelernte durch die oberirdischen Theile dem Boden pro 1 ha entzogen werden, beim Anbau von

	Stickstoff kg	Kali kg	Kalk kg	Magnesia kg	Phosphorsäure kg
Gerste	42,32	28,31	7,97	5,76	16,74
Hafer	70,46	60,88	23,10	13,11	23,29

Vergleicht man diese Zahlen und die oben über die Wurzelmenge gegebenen Werthe, so wird es doch nicht so ganz leicht, Eins durch das Andere einfach für erklärt anzusehen. Wüßten wir nicht aus dem, was wir weiter oben über den Verlauf der Stoffaufnahme von Gerste und Hafer bereits kennen gelernt haben, daß dem größeren Wurzelquantum des Hafers außerdem noch eine langsamer verlaufende und länger dauernde Arbeit der Stoffaufnahme zu statten kommt, so müßten wir wohl angesichts des erheblich größeren Stoffbedarfes der Haferpflanze daran verzweifeln, die geringeren Bodenansprüche des Hafers durch sein größeres Wurzelquantum zu erklären. Liegt aber in der Combination dieser beiden Erscheinungen die Lösung unseres Problems, nun, so muß sich das auch zahlenmäßig nachweisen lassen, wenn wir unter den vorliegenden Arbeiten über die Stoffaufnahme von Gerste und Hafer mit einander direct vergleichbare Versuche haben, welche sich nicht nur mit der oberirdischen Pflanze, sondern außerdem mit den Wurzeln beschäftigt

haben. In der That existiren solche Versuche und sie geben uns den Beweis, daß trotz des großen Stoffbedürfnisses der Haferpflanze ein bestimmtes Wurzelquantum derselben in der Zeiteinheit eine geringere Arbeit der Stoffaufnahme auszuführen hat, als das gleiche Quantum Gerstenwurzeln. Es sind dies die Arbeiten von Stöckhardt (Tharander Jahrbuch N. F. III, S. 287).

Wie dieselben zu der genannten Berechnung benutzt wurden, mag folgendes Beispiel zeigen:

Berechnung der täglichen Stoffaufnahme von Haferwurzeln Versuch „Ungedüngt“ von Stöckhardt.

Die Periode der stärksten Stoffaufnahme vor dem Schossen dauerte, wenn wir ihren Anfang auf den 10. Tag nach der Aussaat verlegen, vom 30. Mai bis 5. Juli, also 36 Tage. Das Wurzelquantum am Schlusse der Periode war pro 1000 Pflanzen 26 g. Setzen wir dasselbe am Beginne der Periode = 0, so haben wir ein mittleres Wurzelquantum von 13 g Trockensubstanz pro 1000 Pflanzen 36 Tage hindurch als thätig in Rechnung zu setzen. Die geleistete Arbeit bestand aber in der Aufnahme von, in Summa, pro 1000 Pflanzen 1,811 g Stickstoff und 27,908 g Mineralstoffe. Dividiren wir die letzteren Werthe durch 13×36, so erhalten wir das Resultat, daß 1 g Wurzeltrockensubstanz im Durchschnitte täglich aufnahm 0,0039 g Stickstoff und 0,0596 g Mineralstoffe. Nach genau derselben Methode wurde die Wurzelarbeit der folgenden Perioden desselben Versuches, sowie die entsprechende Leistung der Gerstenwurzeln berechnet, bei diesen aber nur für den Stickstoff, da die Aschenbestimmungen in der Wurzeltrockensubstanz nicht ausgeführt wurden.

Für die übrigen Versuchsreihen Stöckhardt wurden dieselben Rechnungen ausgeführt, denn nach Stöckhardt's Angaben ist bei den übrigen Gerstenversuchen, die wir weiter oben nicht benutzen konnten, zwar nach der Blüthezeit Lager und deshalb von da ab abnormes Wachsen eingetreten, vorher war aber die Entwicklung üppig, so daß allerdings nicht die Ergebnisse der letzten Periode, wohl aber die der beiden ersten, Anspruch auf Beachtung machen können. Nur die Guanoversuche mußten, als bei Gerste wie bei Hafer mißlungen, außer Betracht bleiben. Das Ergebniß dieser Berechnungen ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tägliche Stoffaufnahme pro 1 g Wurzeltrockensubstanz nach Versuchen Stöckhardts:

Art der Düngung.	Vegetationsperiode.	Gerste Stickstoff mg	Hafer Stickstoff mg	Hafer Mineralstoffe mg
Ungedüngt	I Vom Aufgange bis zum Schossen	55	39	596
	II Vom Schossen bis zur Blüthe	22	24	188
	III Von der Blüthe bis zur Reife	6	0	75
6 Ctr. Knochenmehl pro 1 Acker	I Wie oben.	81	58	620
	II	14	27	609
	III	minus	24	210
3 Ctr. Chilisalpeter pro Acker	I Wie oben.	106	94	613
	II	64	42	480
	III	minus	2	95
2 Ctr. Guano und $1\frac{1}{2}$ Ctr. Chilisalpeter	I Wie oben.	137	82	599
	II	54	22	368
	III	minus	4	41
Durchschnitt	I Wie oben.	95	68	605
	II	39	29	411
	III	?	7	105

Alle vier Versuche zeigen uns das Gleiche, denn überall sehen wir das Resultat, daß namentlich in der ersten Zeit, bis zum Schossen, dieselbe Menge Wurzelsubstanz der Gerste erheblich mehr Arbeit zu leisten hat, als die des Hafers. Wenn aber 1 g Wurzeltrockensubstanz der Gerste 95 mg Stickstoff in derselben Zeit aufnehmen muß, in welcher das gleiche Wurzelquantum des Hafers nur 68 mg Stickstoff aufzunehmen braucht, so läßt sich gegen die Schlußfolgerung, daß in ähnlichem Verhältnisse der Nährstoffreichthum des Gerstenfeldes größer sein muß als der des Haferfeldes, um in beiden Fällen ein gleich üppiges Wachsthum ermöglichen zu können, wohl wenig einwenden. So sehen wir also, daß in der That dadurch, daß der Hafer eine größere Wurzelmenge zur Disposition hat und daß bei ihm die Nährstoffaufnahme langsamer verläuft und länger andauert als bei der Gerste, sich in völlig ungezwungener Weise erklären läßt, warum die Anforderungen, die der Hafer an den Reichthum des Bodens stellt, trotz größeren Nährstoffbedarfes, geringer sind als die der Gerste.

D. Sommerroggen.

Der Sommerroggen muß mit wenigen Worten hier abgefertigt werden, weil über denselben nur eine wenig ausführliche Untersuchung

vorliegt, welche Wolff 1855 ausführte [1]). Die Resultate dieses Versuches, ausgedrückt in % der Maximalmengen sind folgende:

	Datum.	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff
Aehre im Heraustreten	15. Juni	34,5	33,5	57,4	37,4
Nach beendigter Blüthe	5. Juli	84 8	83,8	100,0	94,0
Völlig reif	4. August	100,0	100,0	89,2	100 0

Der Verlauf der Aufnahme von Mineralstoffen stimmt hiernach mit dem überein, was wir sonst bei Sommergetreide kennen gelernt haben. Die Stickstoffaufnahme dagegen ergab in der Jugend der Pflanze nur eine sehr unbedeutende Steigerung. Eine Wiederholung der Versuche unter Berücksichtigung auch der einzelnen Aschenbestandtheile erscheint erwünscht, bevor der vorstehende Versuch zu Schlußfolgerungen benutzt wird.

E. Winterweizen.

Von Winterweizen liegen folgende Versuche vor, an denen man den Verlauf der Stoffaufnahme verfolgen kann:

1. 5 Versuche von Wolff aus den Jahren 1855—57 [2]). Der Weizen stand allemal in zweiter Tracht und entwickelte sich zur Zufriedenheit. Einmal (beim Talaweraweizen 1856/7) wurden aber 48,3 % der Aehren als brandig befunden, was wohl mit Wahrscheinlichkeit vermuthen läßt, daß auch die übrigen Versuche mehr oder weniger vom Brande gelitten haben werden.

Es wurde bei diesen Versuchen nur die oberirdische Erntesubstanz bestimmt und leider die Entwicklung der Pflanzen vor Winters und im Beginne des Frühlings nicht mit in den Bereich der Untersuchung gezogen.

Für die Untersuchungen aus dem Jahre 1855, bei denen die Aschenanalyse nicht zur Ausführung kam, berechnete Wolff aus gleichzeitigen ähnlichen Versuchen, bei denen aber das Erntequantum nicht genau festgestellt wurde, in der ersten Publikation auch die Mengen der einzelnen Mineralstoffe. Da er aber in seiner zweiten Publikation über denselben Gegenstand die so errechneten Resultate nicht verwendet,

1) Die Erschöpfung des Bodens durch die Kultur. Leipzig 1856. S. 49.

2) Erschöpfung des Bodens durch die Kultur S. 52 und Mittheilungen aus Hohenheim V, S. 273 ff.

so wurden dieselben nur in die Haupttabelle aufgenommen, im Text aber ebenfalls nicht mit benutzt.

2. Zwei Versuchsreihen von Fr. Pierre aus den Jahren 1861/2 und 1863/4 (Compt. rend. T. 68 p. 1526). Auch bei diesen Versuchen ist die Winterentwicklung und das Wurzelwerk außer Betracht gelassen. Die Felder waren das erstemal mit Compost, das anderemal mit Straßendünger gedüngt, der sehr kochsalzreich war.

3. Eine Versuchsreihe von Dehérain und Meyer aus dem Jahre 1880 (Annal. agron. 1882 T. VIII H.I, p. 23. Durch Jahresber. f. Agr. Chem. N. F. V, S. 163, wo die Pflanze als Roggen bezeichnet ist. Nach Centr. Bl. f. Agr. Chem. XII. S. 65 ist es aber Weizen). Von uns interessirenden Bestandtheilen ist nur bestimmt Trockensubstanz, Asche, Stickstoff und Phosphorsäure. Bei einer von den beiden ersten (wahrscheinlich bei der zweiten) Phosphorsäurebestimmungen muß aber ein Irrthum mit untergelaufen sein, denn es scheint mir unmöglich, daß unter normalen Verhältnissen in der Zeit vom 13. Mai bis 13. Juni der Gehalt der oberirdischen Erntemasse an Phosphorsäure pro 1 ha von 25 auf 15 kg sinken sollte, während ein lebhaftes Wachsthum stattfindet, so daß 850 kg Trockensubstanz producirt werden.

Will man aus diesem, offenbar mit Fehlern behafteten Versuche überhaupt etwas schließen, so kann man nur sagen: Es macht den Eindruck, als sei in demselben schon am 31. Mai nahezu die Gesammtmenge der Nährstoffe aufgenommen gewesen, während doch erst reichlich die Hälfte der organischen Substanz gebildet war.

Es ist unter diesen Umständen vielleicht richtiger, wie es von mir geschehen ist, nur die Hauptresultate der Untersuchung mit anzuführen, dieselben aber zur Berechnung von Durchschnittswerthen nicht zu benützen.

4. Endlich ist noch zu erwähnen eine Untersuchung von Heinrich (Annalen der Landwirthschaft 50, S. 314). Diese Arbeit konnte leider nicht zur Berechnung des Verlaufes der Stoffaufnahme verwendet werden, weil nicht eine gewisse Pflanzenzahl oder Landfläche, sondern 100 Halme zum Ausgangspunkte der Rechnung angenommen sind. Außerdem sind auch nicht die jedesmal vorhandenen Körner untersucht, sondern es ist der Gehalt der Körner unter der Annahme berechnet, daß bei jeder Untersuchung auf 100 Halme 2600 Fruchtknoten, resp. Körner entfielen. Nun kommen aber bei weitem nicht alle Halmanlagen und ebensowenig alle Fruchtknoten zur Entwicklung und sind deshalb für den vorliegenden Zweck die Resultate der Heinrich'schen Untersuchungen nicht wohl anwendbar.

Das erste zur Untersuchung gekommene Entwicklungsstadium ist

der Beginn des Schossens und liegen hierüber 3 Analysen mit folgenden Resultaten vor:

Es fand sich in % der Maximalmengen:

Periode A.	Datum.	Trocken-substanz	Organische Substanz	Stickstoff	Asche	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Wolff, Winterigelweizen 1856/7 . .	2. Mai	18,7	17,6	55,1	27,0	49,8	47,7	16,7	28,2
„ Talaveraweizen 1856/7 . .	2. Mai	15,0	14,4	40,3	23,1	37,2	39,1	9,8	24,2
Pierre, Versuch vom Jahre 1861/2 .	19. April	14,0	13,6	48,9	21,7 [1]	38,2	36,7	33,7	38,3
Durchschnitt		15,9	15,2	48,1	23,9	41,7	41,2	20,1	30,2
Verhältniß der producirten organischen Substanz zu den aufgenommenen Nährstoffen			100 :	316	157	274	271	13,2	199

1) Ohne Kohlensäure, Schwefelsäure und Chlor, dies gilt auch für die folgenden Rechnungen von Pierre.

In demselben Verhältnisse wie bei der Sommergerste finden wir also auch beim Winterweizen in der ersten Vegetationsperiode, vor dem Schossen, eine überaus lebhafte Aufnahme von Nährstoffen. Dieselbe ist relativ, wie die letzte Zeile der vorstehenden Tabelle zeigt, 2—3mal so stark als die Production von Pflanzensubstanz zur gleichen Zeit und würde vielleicht noch beträchtlicher erscheinen, wenn wir über gleichzeitige Wurzeluntersuchungen verfügen könnten.

Namentlich stark erscheint in der ersten Periode der Entwicklung das Bedürfniß des Weizens nach Stickstoff, dann nach Kali und Kalk und demnächst nach Phosphorsäure. Trotzdem die Länge der zur Aufnahme dieser Stoffe verfügbaren Zeit (jeder warme Herbst- und Wintertag) diese Thätigkeit sicher erleichtert, ist sie doch nur auf gutem Boden resp. bei reichlicher Düngung ausführbar, wie die Ansprüche des Weizens darthun.

Das zweite Vegetationsstadium, über welches die vorliegenden Versuche Auskunft geben, ist zu beschreiben als die Zeit des Schossens, zu welcher im Innern der zusammengewickelten Blätter die Aehre noch unentwickelt, eben als solche zu erkennen ist, bis zu der Zeit in welcher die Aehren entwickelt, aber noch nicht aus ihrer Blatthülle hervorgekommen sind. Ueber die Verhältnisse zu dieser Zeit geben uns die folgenden Untersuchungen Aufschluß:

	B. Vor dem Hervortreten der Aehre.	Datum.	Tage nach Stadium A	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Stickstoff	Asche	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphor-säure
1	Wolff, Winterigel-Weizen 1854/5	15. Juni	—	32,0	30,6	43,3	49,2	—	—	—	—
2	" Talavera-Weizen 1854/5 .	15. Juni	—	39,5	38,5	72,1	55,1	—	—	—	—
3	Pierre 1861/2	16. Mai	27	33,5	32,8	79,1	45,3	52,9	64,6	78,7	71,8
4	" 1863/4	11. "	—	22,6	21,6	56,7	44,1	78,9	55,8	46,5	52,4
	Durchschnitt aus 1—4			31,9	30,9	62,8	48,4	—	—	—	—
	" " 3—4			28,0	28,0	67,9	44,7	65,9	60,2	62,6	62,1

Nach den Ergebnissen der sonstigen unter A und B kennen gelernten Verhältnisse darf man wohl den in B 1 vorhandenen niedrigen Stickstoffgehalt als abnorm ansehen und wird man dann für die Construction eines Schema am richtigsten verfahren, wenn man für dies 2. Vegetationsstadium nur die Durchschnittsergebnisse der beiden vollständiger ausgeführten Versuche von Pierre benutzt, die ja mit Ausnahme der Stickstoffbestimmung von Nr. 1 durch die Wolff'schen Zahlen noch bestätigt werden.

In der Periode von 4 Wochen vor dem Hervortreten der Aehre würde hiernach aufgenommen resp. gebildet sein in % der Maximalmengen:

12,1 % Trockensubstanz, 12,8 % organische Substanz, 19,8 % Stickstoff, 20,8 % Asche, 24,2 % Kali, 19,0 % Kalk, 42,5 % Magnesia, 31,9 % Phosphorsäure.

Auch wenn wir annehmen, daß die beiden letzten Zahlen durch zufällige Verhältnisse eine abnorme Höhe erhalten haben, so haben wir doch auch in dieser Periode noch eine Stoffaufnahme zu verzeichnen, welche relativ etwa doppelt so stark ist als die Substanzproduction und welche auch absolut eine bedeutende Höhe erreicht.

C. Eine dritte durch eine Reihe von Untersuchungen erklärte Periode ist gekennzeichnet durch die Aehrenentwicklung und den Beginn der Blüthe.

	Periode C.	Datum.	Tage nach Periode	Trocken-Substanz	Organ. Substanz	Stickstoff	Asche	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
1	Wolff, Winterigel-Weizen 1854/5	5. Juli	20 nach B	59,8	58,9	71,2	67,3	—	—	—	—
2	" Talavera-Weizen 1854/5	5. "	20 " B	68,2	67,4	89,2	80,5	—	—	—	—
3	" Winterigel-Weizen 1855/6	13. Juni	—	73,6	71,1	77,1	100,0	100,0	100,0	95,4	90,7
4	Pierre 1861/2	13. "	28 " B	76,5	76,2	99,3	83,6	87,2	93,3	92,5	88,8
5	" 1863/4	3. "	23 " B	49,5	48,5	58,0	63,3	83,9	69,3	49,2	63,6
	Durchschnitt von 1—5		23 nach B	65,5	64,4	79,0	78,9	—	—	—	—
	Durchschnitt von 3—5			66,5	65,3	78,1	82,3	90,4	87,5	79,0	81,0

Hierzu ist zunächst zu bemerken, daß Nr. 1 und 2 der Tabelle C in diese gesetzt sind, weil sie nach Maßgabe der Pflanzenentwicklung, sowie des zeitlichen Abstandes von B (und von E) hierher gehören, trotzdem ihr Autor sie nicht als im Anfang, sondern am Ende der Blüthezeit stehend bezeichnet hat. Da die Durchschnittsergebnisse von Nr. 1—5 sich völlig mit denen von 3—5 decken, letztere aber vollständiger vorhanden sind, so ziehen wir diese für Construction des Schema vor.

Vergleichen wir die Perioden B und C mit einander, so sehen wir, daß gebildet resp. aufgenommen wurde in % der Maximalmengen:

38,5 % Trockensubstanz
37,3 „ organische Substanz
10,2 „ Stickstoff
37,6 „ Asche
24,5 „ Kali
27,3 „ Kalk
16,4 „ Magnesia
18,9 „ Phosphorsäure.

Es ist also im Vergleiche mit den früheren Perioden eine erhebliche Verlangsamung der Stoffaufnahme zu erkennen, während mit Hülfe der früher aufgenommenen Nährstoffe jetzt eine bedeutende Production organischer Substanz Platz greift. Namentlich hat die Aufnahme von Stickstoff, Magnesia und Phosphorsäure nachgelassen, aber auch die von Kali und Kalk ist nicht mehr so lebhaft. Daß das jetzt erreichte Maß der Intensität, mit welcher die Nährstoffe aufgenommen werden, schon im normalen Verhältnisse zur Verdunstung durch die Blätter steht, wird wahrscheinlich gemacht durch die Thatsache, daß parallel mit der Verdunstung durch die Blätter, resp. mit der Production organischer Substanz, auch die Aufnahme der für die Pflanze unwichtigeren Stoffe gestiegen ist. Diese, nämlich Kieselsäure, Eisen, Natron, Chlor, Schwefelsäure haben wir nicht einzeln aufgeführt, ihre Menge findet aber in der Zunahme an Gesammtasche einen Ausdruck.

D. Der vierte Abschnitt im Leben unserer Weizenpflanzen wird durch das Verblühen, also den Beginn der Kornbildung, gekennzeichnet und liegen folgende Untersuchungen darüber vor:

	Periode D.	Datum.	Tage nach Periode	Trockensubstanz	Organ. Substanz	Stickstoff	Asche	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
1	Wolff, Winterigel-Weizen 1856/7	15. Juni	44 nach A	84,5	83,8	92,0	94,7	100,0	100,0	70,0	100,0
2	" " 1855/6	5. Juli	22 " C	78,4	76,5	71,0	89,2	60,2	100,0	100,0	81,3
3	" Talavera-Weizen 1856/7	15. Juni	44 " A	84,2	83,3	100,0	89,4	100,0	97,7	64,6	94,8
4	Pierre 1861/2	29. "	16 " C	93,7	93,4	100,0	100,0	100,0	94,4	100,0	97,4
5	" 1863/4	22. "	19 " C	93,3	92,5	100,0	100,0	96,8	100,0	100,0	100,0
	Durchschnitt		19 " C	86,8	85,9	92,6	94,7	91,4	98,4	86,9	94,7

Wie ein Blick auf die Tabelle zeigt, hat beim Verblühen die Stoffaufnahme ihren Höhepunkt meist erreicht, oder sich demselben wenigstens sehr stark genähert, während die Production organischer Substanz noch lebhaft vorwärts gegangen ist. Es wurden, wie ein Vergleich der Durchschnittsergebnisse zeigt, gebildet resp. aufgenommen in % der Maximalmengen:

20,3 Trockensubstanz
20,6 organische Substanz
14,5 Stickstoff
12,4 Asche
1,0 Kali
10,9 Kalk
7,9 Magnesia
13,7 Phosphorsäure.

Wie in der vorigen, so überwiegt danach auch in dieser Periode die Verarbeitung der aufgenommenen Stoffe bei weiten die Neu-Aufnahme.

Noch mehr tritt die Stoffaufnahme zurück, während der nun folgenden Periode des Körnerwachsthums, welche mit der Milch- bis Gelb-Reife abschließt und die in der folgenden Tabelle characterisirt ist.

	Periode E. Beginn der Reife.	Datum.	Tage nach Periode	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Stickstoff	Asche	Kali	Kalk	Magnesia	Phos-phor-säure
1	Wolff, Winterigel-Weizen 1854/5	4. August	30 nach C	100,0	100,0	100,0	100 0	—	—	—	—
2	" Talavera-Weizen 1854/5	4. "	30 " C	100,0	100,0	100,0	100,0	—	—	—	—
3	Pierre 1861/2	13. Juli	14 " D	100,0	100,0	93,8	99,0	77 8	100,0	87,5	92,5
4	" 1863/4	6. "	14 " D	100,0	100,0	94,1	87,2	100,0	91,4	89,1	94,8
	Durchschnitt von 1—4	Da 30 nach C = 11 nach D		100,0	100,0	97,0	96,5	—	—	—	—
	" " 3—4		13 nach D	100,0	100,0	94,0	93,1	88,9	95,7	88,3	93,6

Ueber die Vorgänge in der mit E abschließenden Zeit ist nur zu sagen, daß die Bildung organischer Substanz noch mit ziemlich derselben Intensität fortdauerte als in der Periode vorher, daß hier und da noch eine minimale, meist aber gar keine Stoffaufnahme mehr vorkommt und mit dem Verwelken der Blätter und einem Aufhören der Stoffaufnahme durch die Wurzeln bereits beim Kali und Kalk eine Verminderung des Stoffgehaltes durch Excosmose (?) und Verwitterung zu verzeichnen ist.

Die Zeit von dem Beginn der Reife bis zur Vollendung derselben vergeht nun in einem Entleeren der Blätter und Stengel nach den Samen hin, einem Vertrocknen der ganzen Pflanze und dem Absterben der Halme und Wurzeln. Die Neubildung organischer Substanz sowie die Aufnahme von Stoffen, sind vorher schon vollendet und wo eine solche nach den Zahlen der nachfolgenden Tabelle noch vorzuliegen scheint, da erklärt sie sich durch secundäre Erscheinungen, wie Weiterentwicklung von Nebensprossen ꝛc. oder dadurch, daß in den betreffenden Versuchsreihen zur Zeit der Periode E keine Untersuchung ausgeführt wurde.

	Periode F. Vollreife.	Datum.	Tage nach Periode	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Stickstoff	Asche	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphor-säure
1	Wolff, Winterigel-Weizen 1856/7	29. Juli	44 nach D	100,0	100,0	100,0	100,0	65,9	89,3	100,0	98,3
2	" " " 1855/6	1. August	27 " D	100,0	100,0	100,0	92,3	45,8	77,1	89,2	100,0
3	" Talavera-Weizen 1856/7	29. Juli	44 " D	100,0	100,0	81,2	100,0	73,0	100,0	100,0	100,0
4	Pierre 1861/2	30. "	17 " E	99,7	99,9	92,7	97,1	76,6	80,2	93,7	100,0
5	" 1863/4	25. "	19 " E	99,6	99,9	87,5	82,3	84,3	76,0	100,0	86,7
	Durchschnitt		22 " E	99,9	100,0	92,3	94,3	69,1	84,5	96,6	97,0

Um die gesammten Durchschnittsresultate schnell übersehen zu können sind dieselben auf der beifolgenden Tafel III graphisch dargestellt, indem der höchste Durchschnittswerth einer jeden Spalte gleich 100 gesetzt ist und die übrigen darauf bezogen wurden. Die hierzu vorgenommene Umrechnung ergiebt beifolgende Tabelle. Bei allen diesen Zusammenstellungen wurden speciell nur die für Düngungsfragen wichtigen Stoffe ins Auge gefaßt, ich möchte aber nicht unterlassen darauf aufmerksam zu machen, daß ein Vergleich der Aschencurve mit der der übrigen Stoffe uns beweist, daß die Aufnahme der unwichtigen Substanzen mehr parallel der Bildung organischer Stoffe, also parallel der Wasseraufnahme erfolgt.

Durchschnittlicher Verlauf der Stoff-Bildung und -Aufnahme des Winterweizens.

		Vegetations-Tage	Trocken-Substanz	Organ. Substanz	Stickstoff	Asche	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
A	Von der Saat bis zum Frühjahrsanfange	?	15,9	15,2	49,6	24,8	45,6	41,9	20,8	31,2
B	Von A bis zum Beginne des Schossens	ca 27	28,0	28,0	70,0	46,3	72,1	61,2	64,8	64,0
C	Von B bis zum Heraustreten der Aehren	„ 23	66,5	65,3	80,5	85,3	98,9	88,9	81,8	83,5
D	Von C bis zum Ende der Blüthezeit	„ 19	86,8	85,9	95,5	98,1	100,0	100,0	90,0	97,7
E	Von D bis zum Beginn der Reife	„ 13	100,0	100,0	100,0	100,0	97,3	97,3	91,4	96,5
F	Von E bis zur zur Vollreife	„ 22	99,9	100,0	95,2	97,7	75,6	85,9	100,0	100,0

Haben wir so kennen gelernt, wie sich die oberirdische Weizenpflanze verhält, so ist noch die Frage zu berühren in wiefern das erhaltene Bild für die ganze Pflanze incl. Wurzeln zutrifft. Leider liegen keine Versuche vor, welche quantitativ die ganze Pflanze zum Objecte der Untersuchung gemacht haben. Einen Anhalt zur Beurtheilung der einschlagenden Verhältnisse geben uns aber die Untersuchungen von Dehérain und Meyer, welche bei ihren Arbeiten über die Vegetation des Weizens die Wurzeln desselben verschiedentlich quantitativ untersuchten, wenn sie auch nicht die jedesmal vorhandene Wurzelmenge feststellten. Hierbei fand sich in 100 Theilen der Wurzeltrockensubstanz:

	Am 31. Mai.	13. Juni.	16. Juli.	23. Juli.	30. Juli.
Theile Asche	13,50	7,29	7,66	7,80	7,86
„ Stickstoff	1,01	0,78	0,51	0,40	0,34
„ Phosphorsäure	0,86	0,34	0,15	0,11	0,11

Da wir überdies wissen, daß bei allen Getreidearten die Menge der Wurzeln in der Jugend relativ größer ist als gegen die Reife hin[1]), so können wir mit Sicherheit behaupten, daß das Wurzelsystem der Weizenpflanze unter anderen Functionen auch die eines Magazins hat, welches in der Jugend der Pflanze gefüllt und dann allmählig entleert wird. Findet aber in den jungen Wurzeln ebenso, wie in den oberirdischen Theilen der jungen Pflanze zur selben Zeit, eine Nährstoffaufspeicherung statt, so können wir nur annehmen, daß die durch unsere Curve dargelegte, im Vergleich zur Production von Trockensubstanz so bedeutende Stoffaufnahme in der Jugend, in der ganzen bewurzelten Weizenpflanze keinesfalls geringer, sondern eher noch stärker vorwiegend ist, als es unsere Tafel für die oberirdischen Pflanzentheile anzeigt.

Betreffs der Düngungsansprüche des Weizens lehrt die practische Erfahrung, daß derselbe vor allen Dingen ein gut mechanisch vorbereitetes Feld mit reichem Vorrathe an alter Kraft verlangt. Stallmist verwendet man nicht gerade besonders gern und soll er, wo er benutzt wird möglichst zeitig vor der Saat in verrottetem Zustande aufgebracht werden. Von künstlichen Düngemitteln erfreuen sich Knochenmehl und ähnliche Präparate, die die Nährstoffe nicht in direct lös-

1) Für den Weizen beweisen dies die Versuche von Schubert, Hellriegel und Dietrich (Chemischer Ackersmann I, S. 193), bei welchem die Wurzeln des Winterweizens Ende April 40 resp. 50, Anfangs Juni aber 22 % vom Gewichte der ganzen Pflanze ausmachten. Die Wurzeltrockensubstanz enthielt bei diesen Versuchen am 30. April 2,25 % und am 8. Juni 1,6 % Stickstoff. Aehnliche Resultate sind noch von mehreren anderen Forschern erhalten, so von Stöckhardt (Tharander Jahrb. N. F. II, S. 142) und von Haberlandt (Pflanzenbau S. 148).

licher, wohl aber in leicht zersetzlicher Form enthalten und die nicht einseitig nur einen Nährstoff zuführen, wohl der größten Beliebtheit. Auf schweren, wenig thätigen Böden zieht man aber meist die ammoniakalischen Superphosphate vor. In den Rübenwirthschaften, die zu Rüben viel Phosphorsäure zu verwenden pflegen, will man aber von der Phosphatdüngung zu Weizen vielfach wenig Erfolg verspürt haben, während man die Stickstoffdüngung desselben, in mäßiger Menge (bis 20 kg pro 1 ha, wenn der Weizen auf Leguminosen oder stark gedüngte Früchte folgt; doppelt so viel, wenn er nach Sommerung oder ungedüngten Rüben folgt) nicht entbehren mag. Hierbei verwendet man gern Chilisalpeter, den man z. Th. im Herbst, z. Th. im Frühjahr, dann aber so zeitig als irgend möglich anwendet [1]). Die Ansichten darüber, ob besser aller Stickstoff im Frühjahr oder im Herbste oder theils hier theils da gegeben werden soll, gehen aus einander und wahrscheinlich macht es die Vertheilung der Stoffaufnahme in diesen beiden Jahreszeiten ebenso, indem eine vor Winters gut bestockte Saat jedenfalls mehr Nährstoffe enthält als eine schwache. Daß über die Kalidüngung die Ansichten sehr auseinandergehen, erklärt sich, hier wie in den meisten andern Fällen, daraus, daß die Mehrzahl der besseren Bodenarten einen fast unerschöpflichen Kalireichthum besitzt; wo dies nicht zutrifft lobt man auch die Erfolge der Kalidüngung bei Weizen. Ueberblicken wir dies alles, so glaube ich folgende Uebereinstimmung des bekannten Düngerbedürfnisses mit dem oben kennen gelernten Verlaufe der Stoffaufnahme beim Weizen zu finden:

Gesteigertes Nährstoffbedürfniß in der Zeit von der Aussaat im Herbste bis Ende Mai.	Nothwendigkeit der künstlichen Düngemittel.
Ziemlich lange Dauer dieser Periode während kühler Jahreszeit.	Entweder gut verrotteter sehr zeitig ausgefahrener Mist, oder längere Zeit wirkende und doch leicht zersetzliche Handelsdüngemittel.
Alle Nährstoffcurven zeigen in dieser Zeit einen gesteigerten Bedarf an.	Warnung vor einseitig wirkenden Düngemitteln.
Die Stickstoff- und Kali-Curve zeigen das stärkste Ansteigen in der gen. Periode.	Stickstoffdüngemittel gelten auf allen Böden als unentbehrlich, Kalisalze auf den kaliarmen Böden.
Die Phosphorsäurecurve zeigt erheblich weniger starkes Ansteigen.	Wo zu Rüben 2c. viel Phosphorsäure verwendet wurde, wirkt sie auf Weizen weniger sicher.

1) Heine-Emersleben tritt neuerdings freilich für späte Anwendung ein, ob aber mit Recht? Dies muß die Zukunft lehren.

Versuche über den Verlauf der Stoffaufnahme beim **Weizen** dargestellt in % der Maximalmenge.

Charakteristik der Pflanzen.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
1. Versuche von E. Wolff.										
a. Winterigelweizen 1856/7 (a. a. O. S. 273).										
Schossen	2. Mai	?	18,7	17,6	27,0	55,1	49,8	47,7	16,7	28,2
Blüthe	15. Juni	44	84,5	83,8	94,7	92,0	100,0	100,0	70,0	100,0
Reife	29. Juli	44	100,0	100,0	100,0	100,0	65,9	89,3	100,0	98,3
b. Winterigelweizen 1855/6 (a. a. O. S. 275).										
Blüthenanfang	15. Juni	?	73,6	71,1	100,0	77,1	100,0	100,0	95,4	90,7
	5. Juli	22	78,4	76,5	89,2	71,0	60,2	100,0	100,0	81,3
Reife	1. Aug.	27	100,0	100,0	92,3	100,0	45,8	77,1	89,2	100,0
c. Talavera-Weizen 1856/7 (a. a. O. S. 278).										
Schossen	2. Mai	?	15,0	14,4	23,1	40,3	37,2	39,1	9,8	24,2
Blüthe	15. Juni	44	84,2	83,3	89,4	100,0	100,0	97,7	64,6	94,8
Reife	29. Juli	44	100 0	100,0	100,0	81,2	73,0	100,0	100,0	100,0
d. Winterigelweizen 1854/5 (a. a. O. S. 281).										
Schossen	15. Juni	?	32,0	30,6	50,1	43,3	68,4	100,0		45,9
Ende der Blüthe	5. Juli	20	59,8	59,1	68,4	71,2	100,0	86 0		75,8
Beinahe reif	4. Aug.	30	100,0	100,0	100 0	100,0	70,3	64,1		100,0
e. Talavera-Weizen 1855 (a. a. O. S. 281).										
Schossen	15. Juni	?	39,5	38,5	55,1	72,1	64,3	100,0		50,5
Ende der Blüthe	5. Juli	20	68,2	67,4	80,5	89,2	100,0	93,4		89,3
Beinahe reif	4. Aug.	30	100,0	100,0	100,0	100,0	59,9	57,2		100,0
2. Versuche von Is. Pierre.										
a. Versuche vom Jahre 1861/2.										
Beginn d. Schossens	19. April	?	14,0	13,6	21,7	48,9	38,2	36,7	33,7	38,3
Aehre noch völlig unentwickelt	16. Mai	27	33,5	32,8	45,3	79,1	52,9	64,6	78,7	71,8
Hervortreten der Aehren	13. Juni	28	76,5	76,2	83,6	99,3	87,2	93,3	92,5	88,8
Schluß der Blüthezeit	29. Juni	16	93,7	93,4	100,0	100,0	100,0	94,4	100,0	97,4
Aehren beginnen gelb zu werden	13. Juli	14	100,0	100,0	99,0	93,8	77,8	100,0	87,5	92,5
Reife	30. Juli	17	99,7	99,9	97,1	92,7	76,6	80,2	93,7	100,0

Charakteristik der Pflanzen.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
				b. Versuch vom Jahre 1863/4.						
Von der Aehrenbildung	11. Mai	?	22,6	21,6	44,1	56,7	78,9	55,8	46,5	52,4
Aehren entwickelt	3. Juni	23	49,5	48,5	63,3	58,0	83,9	69,3	49,2	63,6
Schluß der Blüthezeit	22. Juni	19	93,3	92,5	100,0	100 0	96,8	100,0	100,0	100,0
Körner noch weich	6. Juli	14	100,0	100,0	87,2	94,1	100,0	91,4	89,1	94,8
Reife	25. Juli	19	99,6	99,9	82,3	87,5	84,3	76,0	100,0	86,7
				3. Versuch von Déherain und Meyer.						
	31. Mai	?	52,4	51,6	99,7	95,3				89,3
	13. Juni	13	64,8	63,7	85,8	96,9				53,6
	16. Juli	33	93,7	93 6	96,6	96,9				100,0
	23. Juli	7	100,0	100,0	100,0	100,0				100,0
	30. Juli	7	72,2	71,6	83,4	76,6				85,7

E. Roggen.

Die erste einschlagende ausführliche Arbeit über den Roggen finden wir veröffentlicht von Schulz-Fleeth in Poggendorfs Annalen 92, S. 419, referirt auch im Journal f. Landwirthschaft 1855 II, S. 30. Dieselbe ist aber leider mit dem so häufigen Fehler unvollkommener Probenahme behaftet, da das Untersuchungsmaterial verschiedenen Jahrgängen und verschiedenen Feldstücken entnommen wurde. Unseren Zwecken kann daher die Arbeit nicht dienstbar gemacht werden. Leider geht es der zweiten Untersuchungsreihe, welche wir in der Literatur vorfinden, nicht viel anders. Es ist dies die Arbeit von Heiden, welche in dem Berichte der Versuchsstation Pommritz 1868/9 S. 68 zur Veröffentlichung gelangt ist. Heiden bemühte sich vor allen Dingen auch die Wurzeln quantitativ zu gewinnen und ließ zu dem Zwecke ein 5 □Fuß großes Stück des Feldes 4 Fuß tief abgraben um das Untersuchungsmaterial zu gewinnen. Es hat sich jedoch dabei ergeben, daß eine so kleine Fläche keine richtige Durchschnittsprobe für ein breitwürfig besäetes Feld abzugeben vermag, die Bodenverschiedenheit und die Dichtheit des Pflanzenbestandes sind hierfür viel zu variabel. Dies zeigte sich deutlich an der Zahl der auf der gleichgroßen Fläche zu verschiedenen Zeiten geernteten Pflanzen, denn es wurden so auf 5 □Fuß geerntet:

Kurz vor dem Schossen,	am 8. Mai 1868:	79 Pflanzen	mit 161	Halmen
Im Beginn des Schossens,	am 15. „	„ 198	„ „ 300	„
Zur Blüthezeit	am 28. „	„ 165	„ „ 217	„
Zur Reifezeit	am 10. Juli	„ 159	„ „ 193	„

Die Erträge so ungleich bestandener Flächen können natürlich für unsere Zwecke ebenso wenig mit Erfolg verglichen werden, wie die Gehalte der gleichen Anzahl Pflanzen, denen ein so verschiedener Bodenraum zur Verfügung stand.

Diese mühevolle Arbeit des hochverdienten Forschers kann daher hier leider nicht als Basis dienen, um daraus sichere Schlüsse zu ziehen, ich glaubte aber trotzdem ihre Ergebnisse in gewohnter Weise berechnen zu sollen, um wenigstens einen ungefähren Aufschluß über den Verlauf der Stoffaufnahme des Roggens daraus zu erhalten. Das Ergebniß der Rechnung ist folgendes:

	Organische Substanz	Sandfreie Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
			100 ganze Pflanzen enthalten g:				
8. Mai	147,655	17,700	4,608	3,919	1,748	0,817	1,433
15. „	121,582	8,743	3,219	2,826	1,039	0,475	0,942
28. „	158,467	9,393	2,512	2,882	1,187	0,559	0,946
10. Juli	260,530	9,577	3,582	2,800	1,455	0,759	1,535
			Die Ernte von 5 □Fuß enthielt g:				
8. Mai	116,647	13,983	3,640	3,096	1,409	0,645	1,132
15. „	240,772	17,311	6,374	5,595	2,057	0,941	1,865
28. „	261,471	15,499	4,210	4,756	1,958	0,923	1,560
10. Juli	414,243	15,227	5,578	4,452	2,314	1,207	2,440

Sicherlich gehe ich in der Schlußfolgerung aus diesen Zahlen nicht zu weit, wenn ich sage: Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, daß in ähnlicher Weise, wie wir dies beim Weizen kennen gelernt haben, auch der Roggen den größeren Theil seiner mineralischen Nährstoffe bereits in der Jugend aufnimmt. Auch er muß also als eine Pflanze bezeichnet werden, die in hohem Maaße geeignet ist, die leicht löslichen Nährstoffe der käuflichen Dungstoffe auszunutzen und event. zu verwerthen (letzteres hängt natürlich wesentlich von den Marktverhältnissen ab, womit wir es aber hier nicht zu thun haben).

Sollte man aber nicht glauben, daß diese Schlußfolgerung, d. h. die Parallele, in welche ich soeben den Roggen zum Weizen stellte, einen Widerspruch enthielte mit den Erfahrungen der landwirthschaftlichen Praxis, nach welchen der Roggen um so viel bescheidener ist in seinen Ansprüchen an Boden und an Dünger als der Weizen? Auf den ersten Blick möchte es vielleicht so scheinen, aber bei näherer Betrachtung erweist sich dies nicht als stichhaltig.

In dem feuchten Inselklima Japans kann man schönen Weizen wachsen sehen auf dem leichtesten Dünensande und auf den Rieselgütern Berlins gefällt sich der Weizen im märkischen Sande sehr gut, denn der Hauptgrund, weshalb der Weizen auf unseren geringen Bodenklassen nicht fortkommt, liegt darin, daß es ihnen an der dieser Pflanze nöthigen Feuchtigkeit fehlt, die dem Roggen weniger Bedürfniß ist. Dann erscheint aber der Weizen auch dem besseren Düngungszustande der ihm bei uns zufallenden Felder in seiner Fähigkeit sich die Nährstoffe anzueignen ebenso gut angepaßt, wie der Roggen an den geringeren Nährstoffreichthum der leichten Bodenarten. Die Fähigkeit des Roggens, aus ärmerem Boden Nährstoffe aufzunehmen, ist daher größer als die des Weizens und hängt dies wahrscheinlich an erster Stelle mit der kräftigeren Entwicklung seines Wurzelsystems zusammen. So berechnet z. B. Werner[1])

das Quantum der Wurzelrückstände pro 1 ha Weizen zu 3888,3 kg
pro 1 ha Roggen zu 5887,0 „

Nobbe fand[2])

pro 1 Pflanze Weizen 10737 Wurzeln v. e. Gesammtlänge = 82,425 m
„ 1 „ Roggen 16005 „ „ „ „ = 118,598 „

Es tritt uns sonach hier zwischen der Bewurzelung von Roggen und der von Weizen eine ähnliche Erscheinung entgegen wie wir sie schon bei Hafer und Gerste kennen lernten. Daß das Endresultat einer näheren Prüfung auch dieser beiden Pflanzen das gleiche sein würde, können wir freilich nur vermuthen, weil es an Untersuchungsmaterial bisher fehlt. Versuche über die Vegetation der Roggenpflanze wurden deshalb vom Verfasser in Gang gesetzt und kann vielleicht in Jahresfrist über deren Resultat berichtet werden.

F. Wintergerste.

Auch der Verlauf der Stoffaufnahme der Wintergerste bietet viel Aehnlichkeit mit dem des Weizens. Es liegen über dieselbe aber nur

1) Werner, Futterbau auf dem Ackerlande S. 169.
2) Chemischer Ackersmann 1869 S. 78.

vor, welche Wolff (Mittheilungen aus Hohenheim V, S. 221) 1855/6 und 1856/7 ausführte. In dem ersten dieser beiden Versuche stand die Gerste in Kleestoppel, die noch mit 243 Ctr. Stallmist pro Morgen gedüngt war. „Die Gerste bildete in der frischen Düngung und unter dem Einflusse einer sehr nassen Witterung viel Stroh, aber verhältnißmäßig wenig Körner“.

So berichtet Wolff hierüber, während er von der in zweiter Tracht nach stark gedüngten Sommerraps stehenden Wintergerste des zweiten Versuches weiter sagt: „auch die Witterung begünstigte in hohem Grade die normale Ausbildung der ganzen Pflanze, vorzugsweise aber der Körner . . . .“ Hierzu kommt, daß bei dem ersteren Versuche die erste Probe erst nach der Blüthezeit genommen wurde, daß dieselbe also über die wichtigste Zeit der Stoffaufnahme keine Auskunft giebt. Wir haben also allen Grund nur den Zahlen des zweiten Versuches für unsere Frage Bedeutung beizulegen. Die Relativzahlen (in % der Maximalmengen), welche aus beiden Versuchen berechnet wurden, sind folgende:

	Datum.	Tage vor der vollen Reife	Trocken-substanz	Organische Substanz	Stickstoff	Asche	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Wolff, Versuch vom Jahre 1855/6.										
Nach der Blüthe	13. Juni	?	71,6	71,4	77,2	99,9	79,4	82,5	89,5	100,0
Reife	5. Juli	22	100,0	100,0	100,0	100 0	100,0	100,0	100,0	96,4
Wolff, Versuch vom Jahre 1856/7.										
Schossen	2. Mai	?	16,3	15,8	23,9	36,8	48,0	32,0	17,6	20,1
Schluß der Blüthezeit	15. Juni	44	71,8	71,4	79,5	61,4	100,0	100,0	78,5	72,3
Reife	4. Juli	19	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	96,0	100,0	100,0

Sehen wir auf Grund des oben Gesagten davon ab, den ersten Versuch zu benutzen, so zeigt uns die Wintergerste auf Grund des zweiten Versuches folgendes Verhalten.

Die Nährstoffaufnahme ist vor dem Schossen relativ sehr stark überwiegend, während sie in der folgenden Zeit etwas mehr zurücktritt. Auf 100 Theile gebildeter organischer Substanz finden wir nach den Angaben obiger Tabelle, daß aufgenommen wird:

	Datum.	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Vom Aufgange bis zum Schossen	13/IX 56— 2/V 57	100	151	233	304	203	111	127
Vom Schossen bis zum Blüthenende	2/V 57—15/VI „	100	100	44	93	122	109	94
Von der Blüthe bis zur Reife	15/VI „ — 4/VII „	100	70	135	Abn.	Abn.	75	97

Betrachten wir diese Zahlen so können wir noch etwas deutlicher als aus der ersten Tabelle ersehen, wie in der ersten Periode bis zum Schossen die Stoffaufnahme überwiegt; obenan steht darin das Kali und der Stickstoff, dann folgt der Kalk, wogegen das Ueberwiegen der Aufnahme von Phosphorsäure und Magnesia über die Production der organischen Substanz nur gering ist. Das Ueberwiegen der Aufnahme von Kalk und Magnesia dauert nach dem Schossen in abgeschwächtem Maaße noch eine Zeit lang fort und dann verläuft hier, wie bei allen anderen Stoffen von der Zeit des Schossens an, die Nährstoffaufnahme parallel der Trockensubstanzproduction, bis das Maximum erreicht worden ist. Eine Ausnahme hiervon scheint nur der Stickstoff zu machen, der in der zweiten Periode in auffallend geringer Menge zur Aufnahme kommt. Es ist dies Verhalten aber so abweichend von dem, was wir sonst beim Getreide kennen gelernt haben, daß ich an dieser Stelle einen Irrthum vermuthen möchte; dies wird auch dadurch nahegelegt, daß aus den sonstigen Gerstenversuchen von Wolff sich die in diesem Falle nicht zutreffende Regel ableiten läßt, daß der procentische Stickstoffgehalt der Erntetrockensubstanz zur Zeit der Reife geringer ist als zur Zeit der Blüthe.

Wir würden nach dem Gesagten bei der Wintergerste auf ein, ähnlich wie beim Winterweizen, bemerkbares Düngerbedürfniß nach der Zufuhr von Stickstoff und, in daran armen Böden, auch von Kalk und von Kali vermuthen, während ein solches für Phosphorsäure zwar vorhanden, aber erheblich geringer zu sein scheint.

In wiefern sich hiermit das thatsächliche Verhalten der Wintergerste gegenüber der Düngung deckt, ist mir nicht bekannt.

G. Mais.

Nur wenige von den zahlreichen Arbeiten über das Wachsthum der Maispflanze sind geeignet, uns über die Stoffaufnahme und Substanzproduction derselben Auskunft zu geben.

1. Als musterhaft ausgeführt und vollkommen gelungen ist namentlich zu nennen die Arbeit von Hornberger (Landw. Jahrb. 1882 S. 359). Als Material zu seinen umfangreichen Untersuchungen benutzte Hornberger die bei Bestimmung der Trockengewichtszunahme des Mais durch Kreusler, Prehn und Hornberger (Landw. Jahrb. 1879 S. 617) 1878 erhaltenen Proben. Dieselben sind mit seltener Sorgfalt gesammelt und zog Hornberger speciell auch die einzelnen Organe der Pflanzen getrennt von einander zur Untersuchung heran. Für unsere Zwecke haben natürlich an erster Stelle die Summirungen Interesse, welche uns den Gehalt von 1000 Pflanzen an den Einzelbestandtheilen angeben (a. a. O. S. 416 und 418).

2. Demnächst ist zu nennen die Arbeit von Weiske (Landw. Jahrb. VIII, 833) bei welcher ebenfalls in wöchentlichen Intervallen die Probenahme erfolgte. Da es Weiske vor allen darauf ankam, den Futterwerth des Mais festzustellen, so können wir für die uns hier beschäftigenden Fragen nur die Angaben über die Production von Trockensubstanz, Asche, Stickstoff und Phosphor benutzen. Ein Blick auf die in üblicher Weise hieraus berechneten Curven zeigt uns jedoch, daß bei mehreren Ernten Abnormitäten der Probenahme vorliegen müssen, denn in anderer Weise ist es wohl nicht erklärbar, daß z. B. der Stickstoffgehalt von 100 Pflanzen betrug:

am 28/VI	5/VII	12/VII	19/VII	26/VII	2/VIII
g 17,38	31,21	23,24	35,01	31,58	53,78

Trotz des Zickzacklaufes, welcher auf diese Weise die Curven des Versuches von Weiske erhalten und der es unthunlich erscheinen läßt, dieselben zur Construction eines Durchschnittsbildes zu verwenden, ist jedoch die Aehnlichkeit des Bildes, welches der Weiske'sche Versuch ergiebt, mit dem des Hornberger'schen ganz unverkennbar deutlich und erhöht dies das Vertrauen, welches wir diesen entgegenbringen müssen.

Aehnlich wie hier liegen die Dinge bei

3. dem ersten Versuche von Märcker (Landw. Jahrb. V, S. 751), bei welchem wöchentlich einmal die Menge der Trockensubstanz, der Asche und des Stickstoffs bestimmt wurde und

4. bei dem Versuche, in welchem Fittbogen, Grönland und Hässelbarth (Landw. Jahrb. V, 743) den geernteten Stickstoff neben der Trockensubstanz wöchentlich einmal bestimmten.

Der Gesammteindruck, den der Verlauf der betreffenden Curven zeigt, ist derselbe wie bei dem Versuche von Hornberger, jedoch sind bei Nr. 3 Abnormitäten zu vermuthen bei den Untersuchungen vom 20. Juli, am 24. und 31. August und vielleicht noch am 10. August,

während bei Nr. 4 die Ernte vom 3. August und die im September erfolgten Ernten nicht völlig normal gewesen zu sein scheinen. Bei Nr. 2, 3 und 4 ist jedoch gleichmäßig ein um wenige % stärkeres Ueberwiegen der Stickstoffaufnahme über die Trockensubstanzproduction, während der ersten Hälfte der Vegetation zu sehen als dies bei 1 zu bemerken ist.

Außer diesen 4 Arbeiten liegen nur noch die Angaben über die Trockensubstanzzunahme anderer 19 Versuche vor, welche 1875—78 von verschiedenen preußischen Versuchsstationen auf Veranlassung des landw. Ministeriums ausgeführt wurden. Es sind dies folgende Publikationen von:

König-Münster	Landw. Jahrbücher	V, S. 657	
Wildt-Posen	ebenda	V, S. 669	
Hoffmeister-Insterburg	„	V, S. 709	2 Versuche
Kreusler-Poppelsdorf	„	V, S. 759. 787	7 Versuchsreihen
Oßwald-Halle	„	VI, S. 819	
Neubauer-Wiesbaden	„	VI, S. 827	
König-Münster	„	VI, S. 839	
Oswald-Halle	„	VII, S. 532	
Kreusler-Poppelsdorf	„	VII, S. 536	
Wildt-Posen	„	VIII, S. 651	
Oßwald-Halle	„	VIII, S. 656	
Morgen-Halle	„	IX, S. 881	

Da es bisher noch Niemand unternommen hat, das reiche Zahlenmaterial der auf Veranlassung des landwirthschaftlichen Ministeriums ausgeführten Trockensubstanzbestimmungen zu verarbeiten, um ein Durchschnittsbild vom Wachsthum der Maispflanze zu erhalten, so habe ich diese Gelegenheit benutzt, einen Versuch in dieser Richtung auszuführen. Sehen wir dabei von dem aus Materialmangel vorzeitig abgebrochenen zweiten Versuche von Wildt, sowie von den ebenfalls vor Beendigung der Vegetation abgeschlossenen Versuchen Hoffmeisters und Weiske's ab, so bleiben noch 19 Versuche übrig. Da hierunter nur 1 Versuch mit Pferdezahnmais ist, so wird auch dieser noch fortgelassen.

Die übrigen 18 wurden von mir in verschiedener Weise gruppirt und glaube ich den klarsten Ueberblick erhalten zu haben, indem ich zunächst diejenigen Versuche zusammenstellte, bei denen das Maximum der Trockensubstanzproduction in der ersten Hälfte des September erreicht wurde. Es sind dies 12 Versuche, oder ²/₃ der überhaupt vorhandenen. Ihre Ergebnisse lassen sich nun einfach zusammenaddiren, um daraus das Durchschnittsresultat zu gewinnen.

Trotz aller Verschiedenheit in den einzelnen Versuchen, die beim Mais, einer in unserm Klima nur relativ mangelhaft gedeihenden Pflanze, nicht Wunder nehmen können, mögen die bis Mitte September auf geschilderte Weise erhaltenen Zahlen wohl noch Anspruch auf Brauchbarkeit haben. In den darauf folgenden Wochen wird aber in Folge der Empfindlichkeit des Mais gegen niedrige Temperatur das Resultat ein so verschiedenartiges, daß man wohl nur sagen kann, daß von der Zeit an, in welcher die Körner halbreif sind, die Neubildung von organischer Substanz sehr bedeutend, je nach der Witterung wohl in verschiedenem Maaße, nachläßt, während ebenfalls in wechselnder Menge, durch Absterben von Blättern 2c. Substanzverluste stattfinden, so daß hierbei die Gesammtmenge der auf dem Felde stehenden organischen Substanz eine Verminderung von einigen % erfährt. Einen zahlenmäßigen Ausdruck für die Größe dieses Verlustes aus den vorliegenden Angaben zu bilden, ist ohne erhebliche Willkür nicht wohl möglich und unterlasse ich es deshalb, es hat dies auch für unseren Hauptzweck ja wenig Bedeutung.

In gleicher Weise könnte man wohl leicht die 4 vorliegenden Versuche mit kürzerer und die 2 Versuche mit längerer Vegetationszeit vereinigen, für unseren Hauptzweck kommt dabei aber nichts Neues heraus und sehe ich deshalb davon ab, auf diese Weise das Zahlenmaterial dieser Arbeit noch weiter zu vergrößern. Stellt man das durchschnittliche Ergebniß der Trockensubstanz-Zunahme graphisch dar, so sieht man einen in den ersten 2 Monaten nach der Saat äußerst langsamen Verlauf des Wachsthums; erst die höhere Temperatur des Juli beschleunigt dasselbe so, daß in den auf jene erste Periode folgenden 2½ Monaten eine lebhafte gleichmäßig fortschreitende Production organischer Substanz stattfindet. Eine Unterbrechung des Wachsthums (auf welche auch Kreußler schon aufmerksam gemacht hat) und wie es scheint auch der Nährstoffaufnahme, ist jedoch deutlich erkennbar in der Zeit der Blüthenentwicklung, so daß wir im Leben der Maispflanze wohl 4 Perioden unterscheiden können:

1. Periode des langsamen Wachsthums von der Aussaat bis Ende Juni.

2. Erste Periode lebhaften Wachsthums von Anfang Juli bis zum Beginn der Blüthe (Mitte August).

3. Zweite Periode lebhaften Wachsthums vom Ende der Blüthe bis zum Beginn der Körnerreife.

4. Periode der Substanzabnahme, beginnend kurz vor der Vollreife.

Wie verhält es sich nun mit der Nährstoffaufnahme des Mais?

Nach dem, was oben über die einschlagenden Versuche gesagt wurde,

wage ich es nicht, dieselben zusammenzuschweißen, halte es vielmehr für richtiger, mich vor allen Dingen an Hornbergers Arbeit zu halten und die Schlußfolgerung aus deren Resultaten nur insofern zu modificiren, als es nach den übrigen Versuchen wahrscheinlich ist, daß die Stickstoffcurve in Periode 2 einen steileren Verlauf nimmt.

Die erste unserer 4 Perioden weist eine ebenso unbedeutende Stoffaufnahme wie Substanzproduction auf und hiermit dürfte es wohl im Zusammenhange stehen, daß die Erfahrung beim Maisbau überall zeigt, daß derselbe eine typische Hackfrucht ist, daß er also wohl vor dem Erdrücktwerden durch Unkräuter geschützt werden muß, daß aber nicht, wie etwa beim Gerstenbau, die Anwendung desjenigen Düngemittels nöthig ist, was vor allen anderen bestimmt ist ein in der Jugend der Pflanze gesteigertes Stickstoffbedürfniß zu befriedigen, nämlich des Chilisalpeters.

Sehr bedeutend ist dagegen der Nährstoffbedarf der Maispflanze in der zweiten, etwas weniger stark in der dritten unserer 4 Perioden. Betrachten wir diese Verhältnisse zunächst an dem Verlaufe der Stickstoffaufnahme. Wir können, wie gesagt, nicht in der Weise wie bei Weizen, Gerste und Hafer die vorhandenen Versuche vereinigen, wohl aber können wir in der Weise dieselben benutzen, daß wir für jedes Vegetationsstadium berechnen, wieviel % Stickstoff die geerntete Trockensubstanz im Durchschnitt besaß und können aus diesen Angaben für unsere Durchschnittszahlen der Trockensubstanzproduction eine Stickstoffcurve gewinnen, welche entschieden Anspruch auf größere Objectivität machen kann als die Daten nur eines Versuches. Dies ist meiner Meinung nach deshalb statthaft, weil die oben gerügten Mängel der unter 2, 3 und 4 erwähnten Versuche vermuthlich weniger auf Fehler der Analysen, als auf ungleichmäßigen Stand der Pflanzen auf dem Felde, also auf Mängel bei der Bestimmung des Erntequantums, zurückzuführen sind. Lassen wir auch hierbei den mit Pferdezahnmais ausgeführten Versuch von Weiske bei Seite, so erhalten wir folgende Zahlen:

Stickstoffaufnahme der Maispflanze:

Vegetationswoche:	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Procentischer Stickstoffgehalt der Trockensubstz. Hornberger	3,40	3,85	4,11	3,78	3,54	2,70	2,38	2,08	1,93	1,70	1,66	1,60	1,54
Märcker	4,37	4,37	3,46	3,03	2,62	2,15	2,53	2,20	1,53	1,56	1,33	1,15	1,28
Fittbogen	3,90	4,01	3,86	3,29	3,00	2,42	2,43	2,17	1,78	1,71	1,53	1,34	1,38
Durchschnitt	3,89	4,08	3,81	3,37	3,05	2,42	2,45	2,15	1,75	1,66	1,51	1,36	1,40
g Trockensubstanz pro Pflanze [1]	1,40	3,22	8,07	15,96	29,27	46,57	66,96	88,82	111,86	113,37	131,58	155,65	174,33
g N pro 1 Pflanze	0,054	0,131	0,307	0,539	0,894	1,128	1,639	1,909	1,960	1,876	1,985	2,122	2,436
Relativzahlen der Stickstoffaufnahme	2,2	5,4	12,6	22,1	36,7	46,3	67,3	78,4	80,5	77,0	81,5	87,1	100,0
Relativzahlen der Trockensubstanzproduction	0,8	1,8	4,6	9,2	16,8	26,7	38,4	51,0	64,2	65,0	75,5	89.3	100,0

1) Durchschnittsergebnisse aus 12 Versuchen, siehe weiter oben.

Ein Blick auf das in den letzten beiden Zahlenreihen zum Ausdruck gekommene Resultat der Rechnung belehrt uns sofort darüber daß bis zur 11ten Woche, also bis nahezu zum Schlusse unserer zweiten Periode (die mit der 12ten Woche endigt) die relative Stärke der Stickstoffaufnahme doppelt so groß ist als die der Trockensubstanzproduction. In der dritten Periode, der Zeit der Blüthe und beginnenden Reife, bleibt dementsprechend die Stickstoffaufnahme erheblich hinter der Trockensubstanzproduction zurück. Der Stickstoffaufnahme in der zweiten unserer Perioden parallel verläuft die Aufnahme von Kali, Kalk und Magnesia; dieselbe läßt aber gegen Schluß dieser Periode nicht nach, sondern währt in gleicher Stärke bis in die Mitte der dritten Wachsthumsperiode, d. h. bis zum Ende der Blüthezeit, fort, so daß zu der Zeit, in welcher die Ausbildung der Samen die Hauptthätigkeit der Maispflanze zu werden beginnt, die Aufnahme von Kali, Kalk und Magnesia bereits ihr Ende erreicht hat. Die Phosphorsäureaufnahme verläuft dagegen der Trockensubstanzproduction parallel. Letzteres schließe ich aus den Versuchen von Hornberger und von Weiske; den Schluß betreffs der sonstigen erwähnten Aschenbestandtheilen erlaube ich mir deshalb, weil die betreffenden Curven in Hornbergers Versuch mit der Stickstoffcurve zusammenfallen und weil diese andererseits in den Versuchen von Weiske und von Märcker der Aschencurve parallel verläuft.

Wir finden hiernach ein in gleicher Weise gesteigertes Nährstoffbedürfniß der Maispflanze bezüglich des Stickstoffes, Kali, Kalkes und der Magnesia und wissen ja außerdem, daß eine Maisernte dem Boden mehr Phosphorsäure entzieht als die irgend einer anderen Graminee. Das bedeutendste Nährstoffbedürfniß tritt aber erst hervor im Hochsommer, wenn die Umsetzungen im Boden und die Wasserverdunstung durch die Pflanze am lebhaftesten verlaufen und dauert dann an bis zum Hervortreten der Griffel (Fahnen), also ungefähr 2 Monate. Dies alles läßt es erklärlich scheinen, weshalb uns die practische Erfahrung gelehrt hat, daß die Maispflanze vor allen Dingen im Herbste so stark als möglich mit Stallmist gedüngt werden muß. Das späte Auftreten des relativ starken Nährstoffbedürfnisses, zusammen mit der Thatsache, daß für die junge Maispflanze [1]) Ammoniaksalze eine bessere Nahrung abgeben als die Salpetersäure, verspricht außerdem den ammoniakalischen Düngemitteln, die ja ebenfalls für den Maisbau sehr npfohlen werden, hier eine lohnendere Verwendung als dem Chilisal-

1) Bei Versuchen von J. Lehmann (Centralblatt für Agrikulturchemie 1875, ist das Ammoniak in den ersten 6 Vegetationswochen für Mais eine geeignetere Stickstoffnahrung als die Salpetersäure.

peter. Daß letzterer beim Mais aber im Juni, als Kopfdünger gestreut und untergehackt, noch sehr gute Dienste leisten kann, erscheint nach dem Verlaufe der Nährstoffcurven leicht möglich.

Eine Extrazufuhr von Phosphaten scheint dagegen beim Mais nur dann räthlich, wenn es dem Boden sehr an Phosphorsäure fehlt, in einem solchen Falle wird diese aber als Bodendünger resp. als ein solcher anzusehen sein, der allen Kulturpflanzen auf dem betreffenden Boden extra zugeführt werden muß, wenn normale Ernten erzielt werden sollen. Betreffs dieser Darstellungen habe ich endlich noch anzuführen, daß ich über den Unterschied des Curvenverlaufes bei der ganzen und bei der oberirdischen Pflanze nichts ausdrücklich angeführt habe, weil beide Untersuchungen das gleiche Bild liefern.

Was wir bisher vom Mais im Allgemeinen gesagt haben, bezieht sich, wie schon erwähnt, eigentlich nur speciell auf den in Deutschland der Körner wegen angebauten kleinkörnigen und großkörnigen Mais. Die Untersuchung von Weiske über den Pferdezahnmais läßt aber vermuthen, daß bei diesem der Verlauf der Stoffaufnahme ebenso ist und daß also auch die daraus gezogenen Schlüsse auf ihn Anwendung finden. Die Resultate, zu welchen Weiske bei seinen Arbeiten (Landw. Jahrb. VIII, S. 833) kam, gebe ich in Relativzahlen umgerechnet in der beifolgenden Tabelle unter 2) mit an und gebe auch auf der Curventafel die graphische Darstellung derselben in der Hoffnung, daß darin eine Anregung zur erneuten Bearbeitung dieser Frage erblickt werden möchte.

Trockensubstanzgehalt der Maispflanze in g pro 1 Pflanze.

Nr.	Ungefähres Datum.	Aussaat 11. Mai	14. Juni	21. Juni	28. Juni	5. Juli	12. Juli	19. Juli	26. Juli	2. August	9. August	16. August	23. August	30. August	6. Septbr.	13. Septbr.	20. Septbr.	27. Septb.
1	Oberländer Mais, Kreusler Jahrb. VI	107	955	1839	3097	6758	14448	24890	30180	51196	70978	59110	81687	73921	74120	87192		
2	Ungarischer Mais, Kreusler, Jahrb. VI	270	1110	2143	4123	12101	23244	44480	70460	104980	92850	121780	169530	212720	213290	202190		
3	Badischer Mais, Kreusler, Jahrb. VI	206	1069	2449	4776	11077	23619	43844	55934	72875	76619	84332	89621	100380	130478	158139		
4	Badischer Mais, Oßwaldt, Jahrb. VI	367	187	620	2470	6150	12080	25180	39420	58630	65480	79430	91970	92590	96140			
5	Großer gelber Mais, Neubauer, Jahrb. VI	355	745	1260	3050	7510	17950	45610	70170	112490	168370	266120	180840	290750	322750	356800	330070	
6	Badischer Mais, König, Jahrb. VI	260	370	780	3190	7870	18000	51690	97450	127200	179500	242300	220800	238600	290500	339400	293800	264200
7	Ungarischer Mais, König, Jahrb. V	417	380	1280	2010	7290	14110	24210	54120	73190	114620	162890	149920	159540	221590	312950	300140	
8	Mais, Wildt, Jahrb. V	—	590	1790	6420	17970	31790	36200	42640	43410	58600	66400	77070	78600	142610			
9	Ungaricher Mais, Märcker, Jahrb. V	360	550	1220	3870	8690	16920	23400	43550	57290	86700	98010	—	116450	120220	101161		
10	Badischer Mais, Kreußler, Jahrb. VIII	328	255	308	637	2319	4654	9019	20000	34560	57590	70100	85170	111600	124800	122000		
11	Bastard Mais, Oßwaldt, Jahrb. VIII	135	204	638	1329	2737	5436	11170	17210	26160	42830	50010	48130	55100	61360	64510		
12	Badischer Mais, Morgen, Jahrb. IX	391	970	2510	3660	6420	9280	11500	17700	41500	51700	41800	52300	48700	70000			
13	Nr. 1—12 Summa	3196	7385	16837	38632	96892	191531	351193	558834	803481	1065837	1342282	1247038	1578951	1867858	1744342		
14	Nr. 1—3, 5—7 und 9—11 Summa														1559108	1744346		
15	Durchschnit Nr. 1—12	291	615	1403	3219	8074	15961	29266	46569	66957	88820	111857	113367	131579	155655	193816		
16	Nach Spalte 14 corrigirter Durchschnitt														155655	174334		
17	In % der Maximalmenge	0,2	0,4	0,8	1,8	4,6	9,2	16,8	26,7	38,4	51,0	64,2	65,0	75,5	89,3	100,0		

Verlauf der Nährstoffaufnahme in % der Maximalmenge beim Mais.

1. Versuch von Hornberger	Datum 28/5	4/6	11/6	18/6	25/6	2/7	9/7	16/7	23/7	30/7	6/8	13/8	20/8	27/8	3/9	10/9		
Organische Trockensubstanz	0,3			0,1	0,4	1,7	3,3	6,6	15,2	26,7	44,8	55,0	67,9	89 3	100.0	98,8		
Reinasche	0,1			0,3	0,8	3,1	6,5	13,0	22,8	37,9	58,8	68,5	76,5	98,4	100,0	98,2		
Stickstoff				0,4	1,1	4,6	8,4	15,6	26,6	40,7	59,1	67,1	72,6	93,2	100,0	94,6		
Kali					0,8	3,4	7,1	14,6	27,2	43,4	64,3	75,0	79,2	100,0	100,0	97,1		
Kalk					1,3	4,4	7,7	16,0	26,3	42 4	66,0	74,6	85,9	100,0	94,8	90,6		
Magnesia					1,0	3,9	7,8	15,5	27,0	44,0	68,9	74,5	81,8	100,0	92,5	86,3		
Phosphorsäure					0,8	2,4	4,4	9,3	17,0	27,3	45,8	55,4	60,0	87,0	98,0	100,0		
2. Versuch von Weiske	Datum 24/5	31/5	7/6	14/6	21/6	28/6	5/7	12/7	19/7	26/7	2/8	9/8	16/8	23/8				
Trockensubstanz	0,05	0,1	0,3	0,8	2,0	5,1	15,8	18,1	29,3	32,0	56,5	61,0	82,7	100,0				
Asche	0,1	0,2	0,6	1,5	3,3	9,1	27,1	23,9	37,1	39 4	63,5	69,0	71,9	100,0				
Stickstoff	0,4	0,6	2,5	5,8	10,1	27,4	49,1	36,6	55,0	49,7	84,7	86,9	98,5	100,0				
Phosphorsäure	—	0,2	0,7	1,2	2,8	5,9	24,9	21,0	30,8	40,3	53 4	80,4	87,1	100,0				
3. Versuch von Märcker	Datum 19/5	3/6	8/6	15/6	22/6	29/6	6/7	13/7	20/7	27/7	3/8	10/8	17/8	24/8	31/8	7/9	14/9	21/9
Trockensubstanz	0,30	0,07	0,28	0,45	1,0	3,2	7,2	14,0	19,5	36,0	47,5	72,0	81,5	—	97,0	100,0	84,0	
Asche	0,06	—	—	0,94	2,1	6,3	14,5	28,5	38,5	65,0	74,0	94,0	98,5	—	97,5	100,0	82,0	
Stickstoff	0,39	0,26	0,91	1,56	3,5	9,0	17,0	29,0	33,0	71,5	82,5	86,5	99,5	—	87,0	100,0	77,0	
4. Versuch von Fittbogen																		
Trockensubstanz				0,1	0,9	1,7	5,7	13,5	24,0	32,0	57,5	68,0	76,0	82,0	100,0	87,5	79,0	90,0
Stickstoff				0,3	3,0	4,8	13,8	29,0	42,5	56,0	90,5	87,0	94,5	91,0	100,0	87,0	66,0	90,5

Ausdauernde Gramineen.

Im Anschlusse an die Getreidearten kann hier wohl am passendsten die Bemerkung mit eingefügt werden, daß unsere Kenntniß von der Stoffaufnahme der ausdauernden Gräser noch ungefähr gleich Null ist. Nur eine Arbeit hat sich zum Ziele gesetzt, eine solche Kenntniß anzubahnen, nämlich die von Deetz[1]) über das englische Raygras, Lolium perenne. Die Versuchspflanzen gelangten aber nicht zur Blüthe und standen so dicht, daß sie vor der Zeit unten verstockten, außerdem wurde nur die oberirdische Substanz derselben untersucht, während sich doch erwarten läßt, daß bei derartigen Pflanzen die Wurzelbildung einen großen Theil der Nährstoffe absorbiren wird, um die Pflanze zur Bildung von Seitenschossen, Halmen und Samen im zweiten Jahre zu befähigen. Die Sorgfalt, mit welcher die Untersuchung von Deetz ausgeführt wurde, läßt dieselbe künftigen Bearbeitern als werthvolle Vorarbeit erscheinen. Ein Urtheil über den Verlauf der Stoffaufnahme gestattet sie aber z. Z. noch nicht. Sie erweckt aber den Eindruck, als sammle die Pflanze ganz allmälig im Verlaufe des ersten Lebensjahres Stoffe an, um diese dann im folgenden Jahre zu kräftigerem Wachsthum mit zu verbrauchen. So könnte man es wenigstens erklären, daß die Substanzproduction und Stoffaufnahme des Raygrases bei den Untersuchungen von Deetz parallel verlaufen, abgesehen von den Resultaten der ersten Untersuchung, die von dem Stoffgehalte des Samens jedenfalls stark beeinflußt war. Die aus dem Versuche von Deetz berechneten Curven hier einzufügen erscheint unter diesen Umständen wohl nicht nothwendig.

Oelpflanzen.

1. Lein.

Ueber die Wachsthumsverhältnisse des Lein giebt uns nur ein Versuch von Bretschneider und Küllenberg Aufschluß (Mittheilungen des landw. Centralvereins für Schlesien XIII, S. 106). Die Genannten ernteten zu verschiedenen Zeiten eine größere Anzahl Leinpflanzen und unterwarfen dieselben, einmal getrennt nach Stengeln und Blättern nebst Früchten, das zweitemal die gesammte oberirdische Substanz verarbeitend, der Untersuchung. Ein Vergleich der Resultate beider Versuchsreihen gestattet zunächst mit großer Wahrscheinlichkeit auf einen Irrthum bei der Stickstoffbestimmung in den Stengeln nnd bei

1) Journal für Landwirthschaft 1873, S. 57.

der Aschenbestimmung in der ganzen Pflanze der letzten Ernte zu schließen, an diesen Stellen benutzte ich daher nur die anderen richtiger erscheinenden Angaben der Parallelbestimmungen. Aus den übrigen gut zu einander passenden Untersuchungsergebnissen lassen sich dann, der größeren Sicherheit halber, für unsere Betrachtungen Mittelzahlen gewinnen, die zu folgenden Resultaten führen:

Lein. 1000 Pflanzen enthalten g.

	Vegetationsstadium	Datum	Vegetat.-Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
I	Höhe 6—10″ Blätter 20—24	6. Juni	55	39,69	35,53	4,155	8,663	1,442	0,664	0,331	0,387
II	" 10—16″ " 24—36 Knospen	13. "	7	55,26	50,98	4,282	6,161	1,550	0,614	0,297	0,430
III	" 16—24″ " 24—36 Blüthe	22. "	9	152,96	144,70	8,204	12,906	3,272	1,111	0,679	1,008
IV	" 24—29″ " 20—30 grüne Samenkapseln	2. Juli	10	215,30	206 07	9,233	13,541	3,619	1,368	0,770	1,222
V	Untere Blätter abgefallen. Stengel unten gelb, Samen aber noch nicht ganz reif[1])	7. "	5	312,65	300,35	12,302	15,690	4,064	2,243	0,992	1,537
	Dasselbe. Relativzahlen.										
	Wie oben.	6. Juni		12,7	11,8	33,8	55,2	35,5	29,6	33,4	25,2
		13. "		17,7	17 0	34,8	39,3	38,2	27,4	30 0	28,1
		22. "		49,0	48,2	66,7	82,2	80,5	49,6	68,4	65,6
		2. Juli		69,0	68,7	75,0	86,3	89,1	61,0	77,6	79,5
		7. "		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

1) Die letzte Ernte fand hiernach statt zu dem Zeitpunkte, in welchem man den Lein zu raufen pflegt, wenn man sowohl den Samen als auch die Bastfasern gewinnen und verwerthen will.

Zunächst zeigen uns diese Zahlen eine bedenkliche Unwahrscheinlichkeit, die namentlich in's Auge fällt, wenn man sich eine graphische Darstellung der Resultate anfertigt. Man sieht dann, daß unbedingt entweder die erste oder die zweite Probenahme verunglückt sein muß, denn es wurde gewonnen pro 1000 Pflanzen an Trockensubstanz von Blättern und später von Blättern und Früchten:

I	II	III	IV	V
21,32 g	18,27 g	28,45 g	42,21 g	83,20 g

Da nun die Blätter viel reicher an Nährstoffen sind als die Stengel, so kommt dann das Resultat heraus, daß die blattreicheren Pflanzen der ersten Periode mehr Nährstoffe enthalten als die eine Woche später geernteten.

Da die Analysen aber weiter zeigen, daß in den Blättern von 1000 Pflanzen enthalten waren g Stickstoff:

I	6,234 g
II	3,486 „
III	4,947 „
IV	6,689 „
V	11,671 „

so ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, daß die Probe I von abnormem Wuchse war.

Wir werden unter diesen Umständen wohl besser thun, wenn wir die Probe I als nicht vorhanden ansehen und uns nur an den Verlauf von Stoffaufnahme und Substanzproduction halten, wie er sich bei den folgenden Proben gestaltet. Freilich ist dies immerhin nur ein Wahrscheinlichkeitsverfahren und ist es sehr zu wünschen, daß diese Untersuchungen bald eine Wiederholung finden mögen, um die Bildung einer sichereren Ansicht zu ermöglichen.

Das Resultat, zu welchem wir auf diese Weise gelangen, ist folgendes:

Der Lein entwickelte sich bei dem vorliegenden Versuche grade so, wie dies auf jedem Leinfelde beobachtet werden kann, nämlich langsam in den ersten 2 Monaten nach der Aussaat, um dann in wenigen Wochen sich vollständig auszubilden. Die Stoffaufnahme überwiegt bis zur Blüthezeit die Production organischer Substanz ganz bedeutend. Wir sehen dies, selbst wenn wir gänzlich, wie auf unserer Curventafel geschehen, die Resultate der ersten Ernte vernachlässigen, mit völliger Klarheit aus unseren Relativzahlen, denn wenn wir diese darauf hin vergleichen, wie sich die relative Bildung organischer Substanz zur Stoffaufnahme verhält, so erhalten wir folgende Zahlen:

	12/IV—13/VI	13—22/VI	22/VI—2/VII	2—7/VII
Organische Substanz	100	100	100	100
Asche	205	102	40	80
Stickstoff	231	138	20	44
Kali	225	136	42	35
Kalk	161	71	56	125
Magnesia	177	123	45	72
Phosphorsäure . .	165	120	68	66

Diese Zusammenstellung belehrt uns darüber, daß die relative Stoffaufnahme bis zur Blüthezeit (22. Juni) erheblich, vor der Knospenbildung sogar sehr stark, überwiegt. Stickstoff und Kali nehmen hierbei die erste, Magnesia und Phosphorsäure die zweite und Kalk die dritte Stelle ein. Es dürfte auch nicht unwichtig sein, hier darauf aufmerksam zu machen, daß das Ueberwiegen der Stoffaufnahme lange Zeit dauert, so lange nämlich bis 65—82 % des Gesammtbedarfes der Pflanze gedeckt ist und auch an die bekannte Thatsache müssen wir erinnern, daß wenige Kulturpflanzen ein so schwach entwickeltes Wurzelsystem haben, wie gerade der Lein.

Weil der Lein dem Boden kaum soviel Pflanzennährstoffe entzieht als eine Getreideernte, so hat sich der moderne Theoretiker daran gewöhnt, die Ansicht zu vertreten, wie sie z. B. Krafft (Pflanzenbaulehre 3. Aufl. 1881 S. 131) in den Worten ausspricht: „Seine Ansprüche an die Bodennährstoffe sind, entgegen der allgemeinen Ansicht, keine bedeutenden . . .“ Während doch die alten Statiker den Lein zu den stark angreifenden Pflanzen rechneten. Der letzteren Auffassung entspricht es, wenn wir betreffs der Vorbereitung des Ackers für den Lein z. B. in Thaer's Grundsätzen der rationellen Landwirthschaft lesen, daß es sich empfiehlt, den Acker mit Hordschlag zu düngen, oder Stallmist im Winter auszubreiten und, nach dem Auslaugen durch die Atmosphärilien, ihn im Frühjahr wieder abzurechen. Ebenso empfiehlt Thaer die Anwendung der Jauche, des Geflügelmistes und der Seifensiederlauge, die Stellung in umgebrochene mehrjährige Kleestoppel, kräftigen Neubruch und nach stark gedüngten Hackfrüchten, während der frisch untergepflügte Stallmist (der sich nur langsam zersetzt) nicht zu rathen sei. So finden wir vielfach angerathen das Begießen mit Gülle und nach den Düngungsversuchen von Schischkin und von Fleischmann, die Anwendung von Kalisalzen.

Als Nachfrüchte pflegt man auf den Lein mit Vorliebe namentlich Hülsenfrüchte (Erbsen) oder Klee folgen zu lassen, während Thaer ausdrücklich davor warnt, kein Wintergetreide in die Leinstoppel zu säen, weil man auf einen merklichen Rückschlag desselben rechnen müsse.

Was ist das Facit von alle dem? Offenbar, daß der Lein zu normalem Gedeihen sehr viel in der Ackerkrume vertheilte, leichtest lösliche Nährstoffe gebraucht und daß ihm namentlich Kali und Stickstoff in reichlicher Menge geboten werden müssen. Wenn er trotz absolut geringen Nährstoffbedarfes ein so starkes Düngerbedürfniß besitzt und den Acker ungeeignet macht, um danach Pflanzen zu tragen, die, wie das Wintergetreide, ein starkes Bedürfniß nach Nährstoffen in der Jugend haben, was heißt das anders, als daß er blos von den leichtest löslichen Stoffen lebt und an diesen den Acker erschöpft[1]). Die Erklärung für alles dies haben wir aber in nichts anderem zu erblicken, als offenbar in dem Verlaufe der Stoffaufnahme wie wir ihn eben kennen lernten und in der schwachen Bewurzelung. Namentlich zeigt sich das überwiegende Stickstoff- und Kali-Bedürfniß in dem Verlaufe der Curven auf unserer Tafel mit wünschenswerthester Deutlichkeit, trotzdem die erste Ernte nicht berücksichtigt wurde, die dasselbe noch viel prägnanter hervortreten läßt, wie aus einer später folgenden Tabelle leicht zu erkennen ist. Zu der Curventafel ist nur noch zu bemerken, daß in Ermangelung eines Datums für den Aufgang, derselbe 15 Tage nach der Aussaat angenommen wurde.

2. Winter-Raps.

Ueber die Vegetation des Raps geben uns folgende Arbeiten Auskunft.

1. Eine Untersuchungsreihe von E. Wolff (Mittheilungen aus Hohenheim V, S. 214). Der betreffende Raps litt im Herbste 1856 etwas durch Trockenheit und Raupenfraß, dagegen war „überhaupt das Wachsthum der ganzen Pflanze im Jahre 1856 ein durchaus normales“. Die Ernten wurden dem Felde entnommen am 27. April, als die Pflanzen im Beginne der Blüthe standen, am 9. Mai in voller Blüthe, am 23. Mai fast verblüht und bei starkem Abfall der Blätter; am 15. Juni mit beinahe ausgewachsenen Schoten, am 6. Juli mit ziemlich reifen Körnern, „während die Pflanze noch sehr saftig und noch nicht völlig abgestorben war“.

2. Die Untersuchung der Rapspflanze von Js. Pierre (Annales de chemie et physique 60, S. 129, durch Jahresber. f. Agrik.-Chemie III, S. 120). Die 5 untersuchten Ernten entsprechen ungefähr

---

1) Ausdrücklich möchte ich noch erwähnen, daß meiner Meinung nach die Thatsache der Unverträglichkeit des Leins mit sich selbst, die zu der Regel geführt hat, ihn nicht öfter als alle 9 Jahre auf demselben Felde zu bauen, hiermit nichts zu thun haben kann.

den von Wolff gewählten 5 Entwicklungsstadien, die analytischen Arbeiten dabei gehen z. Th. mehr in das Detail als die von Wolff, denn während dieser nur die gesammte oberirdische Substanz erntete, so untersuchte Pierre gesondert die Wurzeln, Stengel ohne Blätter und Spitzen, Astspitzen und Blüthen resp. Schoten, grüne Blätter, trockne Blätter; die Alkalien und Magnesia wurden jedoch nicht gesondert bestimmt. Die Probenahme fand in der Weise statt, daß auf einer gleichmäßig bestandenen Fläche 40 Pflanzen bezeichnet wurden, die dann das Material für die 5 Ernten abgaben. Diese geringe Pflanzenzahl ist entschieden ein Mangel, derselbe scheint sich aber im vorliegenden Falle deshalb nicht sehr fühlbar gemacht zu haben, weil der Raps gepflanzt war, woraus man schließen darf, daß jede einzelne Pflanze ungefähr den gleichen Bodenraum zur Verfügung hatte.

In dem Referate über die vorstehende Arbeit und wahrscheinlich auch im Originale sind leider einige Druckfehler, denn wenn man die im Jahresber. f. Agr.-Chemie XI, S. 265 in einem Referate über eine spätere Arbeit Pierre's von diesen berechneten Angaben über den Gehalt der oberirdischen Rapspflanze mit den aus dem oben genannten Referate zu berechnenden Resultaten vergleicht, so stößt man auf einige Abweichungen bei den in unserer Tabelle mit 1) bezeichneten Stellen. Berechnet man aber aus Pierres %-Angaben den Gehalt der einzelnen Pflanzentheile gesondert und addirt die Resultate zusammen, so bekommt man auch aus dem ersten Referate dieselben Werthe als wenn man die zweiten Angaben Pierres über den Gehalt der oberirdischen Substanz mit dem Wurzelgehalte nach dem ersten Referate vereinigt.

Z. B. giebt das erste Referat für den 22. März an:

A. Gesammtgewicht an frischer Substanz pro 1 ha = 30070 kg mit einem Stickstoffgehalte von 0,2911 %.

B. Gesammtgewicht an trockner Substanz pro 1 ha = 3712 kg mit einem Stickstoffgehalt von 2,667 %.

Aus der ersteren Angabe berechnet sich die Stickstoffmenge pro 1 ha = 87,850 kg.

Aus der zweiten Angabe berechnet sich die Stickstoffmenge pro 1 ha = 98,999 kg.

Es ist die Frage: Was ist hiervon falsch?

Aus den Einzelangaben berechnet sich der Gehalt der einzelnen trocknen Pflanzentheile pro 1 ha wie folgt:

C.	In den Wurzeln . . .	= 10,282 kg
	„ „ Stengeln . .	= 18,396 „
	„ „ Zweispitzen . .	= 12,170 „
	„ „ frischen Blättern	= 47,289 „
	„ „ trocknen Blättern	= —
	Sa	88,137

D. Im Jahresberichte f. Agr.-Chemie XI wird der Gehalt der oberirdischen Pflanzenmasse, übereinstimmend mit der Originalmittheilung

Compt. rend. Bd. 68, S. 1526 angegeben zu 77,6 kg Stickstoff,
addirt man hierzu den obigen Wurzelgehalt = 10,28
so erhält man 87,88.

Hieraus ergiebt sich, daß die Angabe von 98,999 kg auf einem Fehler beruhen muß und wurde deshalb meinen Rechnungen die Zahl 88,137 zu Grunde gelegt. In derselben Weise sind sämmtliche Angaben des in Ermangelung der ersten Originalmittheilung zu benutzenden Referates auf viererlei oder fünferlei Art von mir berechnet und die übereinstimmenden Angaben verwendet worden. Die fünffache Rechnung war aber glücklicher Weise nur einmal nöthig, indem es sich herausstellte, daß bei der Phosphorsäure am 22. März berechnet wurde nach Methode

A = 48,2 kg C = 38,5 kg
B = 48,59 „ D = 38,47 „

Es wurde deshalb unter zu Grundelegung der Angaben für die frische Substanz der Einzeltheile nach Methode C nachgerechnet und erhalten 38,4 kg. Diese Zahl wurde benutzt.

Die Resultate der beiden Versuche zeigt die beifolgende tabellarische Zusammenstellung der Zunahme in % der Maximalmengen.

3. Eine Arbeit von Heiden (Bericht der Versuchsstation Pommritz 1868/9, S. 75) ist deshalb nicht wohl unseren Zwecken dienstbar zu machen, weil nur 2 Ernten zur Zeit der Blüthe und der Reife vorgenommen wurden und weil von der ersten derselben, entsprechend dem Hauptzwecke der Arbeit, wohl die Wurzelmasse nicht aber die oberirdische Substanz untersucht wurde.

Vergleicht man die zahlenmäßigen Resultate der beiden Versuche von Wolff und Pierre, oder noch besser eine graphische Darstellung derselben mit einander, so ist trotz der Verschiedenheit von Zeit und Klima eine auffallende Uebereinstimmung zwischen beiden vorhanden.

Beide Versuche zeigen eine, im Verhältniß zur Production organischer Substanz außerordentlich starke Aufnahme von Stickstoff in der Jugend der Pflanze und ähnlich ist es mit der Kaliaufnahme. Beide zeigen auch in der Zeit vor der Blüthe und während der Reife eine die Production organischer Substanz übersteigende Phosphorsäureaufnahme und bei beiden entfernt sich die Curve der Kalkaufnahme am wenigsten von der der Substanzproduction.

Von Pierre sind zwar die Alkalien nicht von der Magnesia getrennt, der Verlauf dieser Curve wird aber bei dem Kalireichthum der Rapsasche so sehr von dem Verlaufe der Kalicurve beeinflußt, daß ich

glaube man kann ohne bedeutenden Fehler die Curve von Magnesia und Alkalien statt der fehlenden Kalicurve verwenden in der Tabelle ist dies bei Berechnung der Mittelzahlen geschehen, jedoch wurden die so erhaltenen Zahlen, um ihre mangelhaftere Entstehung zu bezeichnen, in ( ) gesetzt.

Um zahlenmäßig noch genauer das Verhältniß zwischen der Production organischer Substanz und Stoffaufnahme zu kennzeichnen, wurde die folgende Tabelle aus den Mittelzahlen berechnet.

Es verhält sich die Production organischer Substanz zur relativen Stoffaufnahme wie 100:

		Organ. Substz.	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Phosphorsäure
1	Bis zum Beginn der Blüthe	100	**139**	**229**	(213)	**117**	**127**
2	Von 1. bis zur vollen Blüthe	100	35	minus	(minus)	34	63
3	Von 1. bis zum Ende der Blüthe	100	80	37	(50)	86	57
4	Erste Hälfte der Reifezeit	100	97	31	(minus)	**142**	**221**
5	Zweite " " "	100	minus	minus	(minus)	(minus)	**950**

Wie verhält sich die Stoffaufnahme der oberirdischen Rapspflanze zu der der ganzen Pflanze? Diese Frage müssen wir uns auch hier zunächst vorlegen, ehe wir versuchen aus den erhaltenen Resultaten irgend welche Schlüsse zu ziehen. Ein Vergleich der aus dem Versuche von Pierre erhaltenen Relativzahlen belehrt uns bald darüber, daß nur in der Stoffaufnahme vor Beginn der Blüthe ein nennenswerther Unterschied existiren kann. Berechnen wir hierfür das Verhältniß zwischen Production organischer Substanz (100) und Stoffaufnahme, so erhalten wir folgende Zahlen:

	Organ. Substanz	Asche	Stickstoff	Alkalien	Kalk	Phosphorsäure
Oberirdische Pflanze	100	117	186	156	107	120
Ganze Pflanze	100	110	173	146	100	119

Es scheint hiernach als gäbe die Untersuchung der oberirdischen Substanz beim Raps im Gegensatze zu dem was wir darüber sonst beim Getreide kennen gelernt haben, etwas zu hohe Angaben über das Verhältniß von Substanzproduction: Stoffaufnahme. Die Differenzen sind aber nicht derart, daß dadurch wesentliche Aenderungen im Verlaufe der Curven hervorgerufen würden. Wir stehen sonach vor der Thatsache, die schon in der vorigen Tabelle und namentlich in deren fettgedruckten Zahlen einen klaren Ausdruck gefunden hat, daß wir

nach den bisher veröffentlichten Untersuchungen in dem Winterraps eine Pflanze haben, welche in der Jugend ein gesteigertes Bedürfniß nach allen wichtigeren Nährstoffen und zwar in absteigender Reihenfolge nach Stickstoff, Kali, Phosphorsäure, Kalk und Magnesia besitzt und zwar in ähnlicher relativer Stärke wie wir dasselbe beim Weizen kennen gelernt haben. Dazu kommt aber noch, was uns im Laufe unserer Untersuchungen in solcher Deutlichkeit noch nicht vorgekommen war, ein sehr stark gesteigertes Bedürfniß nach Kalk und namentlich nach Phosphorsäure in der Zeit der Samenbildung.

Ueber die Düngungsansprüche des Raps wissen wir, daß derselbe in höherem Maaße als die Mehrzahl der übrigen Kulturpflanzen, zu normalem Gedeihen eine starke Stallmistdüngung verlangt. Der stickstoffreiche verrottete Schafmist wird vor allen Dingen gern zu Raps verwendet und wo das Pferchen üblich ist, da giebt man dem zu Raps stark gedüngten Brachacker noch eine Hordschlagdüngung obendrein. Möglich und wahrscheinlich ist es ja, daß die Bewurzelung des Rapses im Verhältniß zur Stoffaufnahme nur gering ist und mit beiträgt das starke Düngerbedürfniß des Raps zu erklären. Niemand wird aber wohl bezweifeln können, daß dasselbe auch in dem Verlaufe der Stoffaufnahme mindestens mitbegründet sei. Denn welcher Standort ist wohl geeigneter als der mit Stallmist gedüngte Acker, um es der Pflanze zu ermöglichen einmal in der Jugend relativ sehr bedeutende Mengen aller Nährstoffe, namentlich von Stickstoff, Kali und Phosphorsäure aufzunehmen und einige Monat später, zur Reifezeit, wenn die Blattmenge verschwindet und damit die Wasseraufnahme nachläßt, nochmals ein relativ starkes Phosphorsäurebedürfniß zu befriedigen? Wir können also wohl sagen, daß auch beim Raps der zeitliche Verlauf der Stoffaufnahme in vollster Harmonie zu dem durch die practische Erfahrung bekannten Düngerbedürfnisse der Pflanze steht und geeignet ist, als Erklärung für das letztere zu dienen.

Winterraps.

Vegetationsstadium.	Datum	Dauer der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
A. Versuch von Wolff.										
Beginn der Blüthe	27. April	?	33,3	32,1	49,9	83,2	70,2	40,2	40,4	43,0
Volle Blüthe	9 Mai	12	48,4	48,2	50,8	78,0	66,4	40,0	41,5	48,5
Fast verblüht	23. Mai	14	42,4	41,1	59,6	68,7	78,2	49,8	57,5	41,4
Unreife Schoten	15. Juni	23	93,6	94,4	80,4	89,5	82,3	75,8	100,0	64,0
Fast reife Körner	6. Juli	21	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	91,5	100,0
B. Versuch von Js. Pierre. Oberirdische Pflanze.							Alkalien und Magnesia			
Vor der Blüthe	22. März	?	36,0	34,4	40,1	64,0	53,6	36,8	—	41,1
Blühend	2. April	11	42,2	40,4	46,6	67,7	58,6	43,9	—	49,3
Verblüht	6. Mai	34	89,2	85,2	100,0	100,0	100,0	100,0	—	97,3
Halbreif	6. Juni	31	100,0	97,2	97,5	95,6	82,0	98,0	—	84,9
Reif	20. Juni	44	99,5	100,0	68,4	91,4	80,6	67,6	—	100,0
C. Dasselbe. Ganze Pflanze.										
Vor der Blüthe	22. März	?	40,3	38,8	42,9	[1])67,0	58,6	38,6	—	[1])46,0
Blühend	2. April	11	46,6	45,0	48,0	70,9	[1])62,5	45,0	—	54,0
Verblüht	6. Mai	34	91,9	88,2	[1])100,0	100,0	100,0	100,0	—	99,7
Halbreif	6. Juni	31	100,0	98,5	[1])95,2	94,1	[1])82,9	97,5	—	[1])86,1
Reif	20. Juni	44	99,9	100,0	71,2	89,1	81,7	70,8	—	[1])100,0
D. Mittel aus A und B.										
Blüthenanfang	27. April	?	34,6	33,2	45,0	73,6	(64,4)	38,5	—	42,0
Volle Blüthe (A 4 und B 3)	8. Mai	11	45,3	44,3	48,7	72,8	(62,5)	41,9	—	48,9
Ende der Blüthe (A 5 und B 4)	13. Juni	36	92,7	91,3	90,2	94,7	(91,1)	87,9	—	75,0
Beginn der Reife	10. Juli	27	100,0	99,2	97,6	97,0	(91,0)	99,0	—	92,4
Volle Reife			gleich	100,0	Abn.	Abn.	Abn.	Abn.	—	100,0
E. Resultate von D in % der Maximalmengen.										
			34,6	33,2	46,1	75,9	(70,7)	38,9	—	42,0
			45,3	44,3	49,9	75,0	(68,6)	42,3	—	48,9
			92,7	91,3	92,4	97,6	(100,0)	88,8	—	75,0
			100,0	99,2	100,0	100,0	99,9	100,0	—	92,4
			100,0	100,0	Abn.	Abn.	Abn.	Abn.	—	100,0

1) Vgl. S. 82.

3. Weißer Senf.

Nur zwei Arbeiten über die Vegetation des weißen Senf sind mir bekannt geworden und die eine derselben noch dazu lediglich aus einem Referate. Dies ist die Arbeit:

Von Dehérain und Bréal (Annales agron. T. VII, p. 161 durch Jahresber. f. Agr. Chem. N. F. IV, S. 161). Die andere Arbeit ist von Hornberger (Vers.-Stat. 31, S. 415). Beide Arbeiten enthalten an für uns wichtigen Untersuchungen nur die Bestimmungen der Trockensubstanz, der Asche und des Stickstoffs. Berechnet man ihre Resultate in % der Maximalmengen und stellt dieselben graphisch dar, so erhält man bei Hornberger's Versuch im Wesentlichen dasselbe Bild, was wir beim Raps kennen gelernt haben. Dies trifft auch betreffs des Verhältnisses zwischen den Aschen- und Trockensubstanz-Curven des Versuches von Dehérain ungefähr zu, während die Stickstoffcurve dieses Versuches ein so bedeutendes Abweichen hiervon aufweist, daß ich nicht umhin kann, betreffs der Stickstoffbestimmung vom 31. Juli einige Bedenken zu haben. Es wurden im Stengel pro 1 Pflanze folgende Stickstoffmengen gefunden:

Am	6. Juni	0,067 g
	16. „	0,294 „
	24. „	0,33 „
	12. Juli	0,37 „
	31. „	0,81 „
	11. August	0,36 „

Soll die Abnahme vom 31. Juli bis zum 11. August auf das Ausfallen der Sameu geschoben werden, so erscheint es unverständlich, warum sich der Autor überhaupt die Mühe der letzten Untersuchung gemacht hat, ist das aber nicht der Fall, dann möchte man doch wohl bei der Probenahme, oder bei der Analyse vom 31. Juli irgend einen Fehler vermuthen, der hierbei ein abnormes Resultat zur Folge hatte. Unter diesen Verhältnissen erscheint es bedenklich z. B. die Untersuchungen des Weißen Senf zu Schlußfolgerungen zu benutzen und begnüge ich mich daher mit der tabellarischen Zusammenstellung ihrer Resultate, in der Hoffnung durch dieselbe irgend Jemand zur Wiederholung der Senfuntersuchung Anregung zu geben.

Weißer Senf.

Versuch von Dehérain und Bréal.

	Datum.	Tage der Perde.	Trockensubstanz	Organ. Subst.	Asche	Stickstoff
Blüthenanfang	29. Mai		2,4	2,1	4,4	—
Volle Blüthe	6. Juni	8	6,5	5,8	12,4	8,3
Volle Blüthe	16. „	10	31,7	27,3	48,4	36,3
Volle Blüthe	24. „	8	42,2	40,4	56,6	40,8
Schotenansatz	12. Juli	18	50,4	48,9	62,5	45,7
Beginn der Reife	31. „	19	100,0	100,0	100,0	100,0
Reife (Körnerausfall)	11. Aug.	11	95,0	97,5	74,6	44,5

Versuch von Hornberger. A.

Datum.	Tage der Periode	Oberirdische Pflanze. Trockensubstanz	Oberirdische Pflanze. Organische Substanz	Oberirdische Pflanze. Asche	Oberirdische Pflanze. Stickstoff	Ganze Pflanze. Trockensubstanz	Ganze Pflanze. Organ. Substz.	Ganze Pflanze. Asche	Ganze Pflanze. Stickstoff
19. Mai		0,5	—	—	—	0,5	—	—	—
26. Mai	7	2,0	—	—	—	2,0	—	—	—
2. Juni	7	6,4	5,8	14,4	22,7	6,5	—	—	—
9. „	7	20,5	18,8	42,1	53,5	21,2	—	—	—
16. „	7	33,0	30,9	59,8	84,0	34,3	32,3	60,8	85,2
23. „	7	50,7	49,1	70,9	90,3	51,9	50,4	71,5	91,2
30. „	7	57,5	55,9	76,0	81,2	59,1	57 7	76,5	81,8
7. Juli	7	71,9	71,1	80,3	82,3	73,8	73,3	81,1	82,9
14. Juli	7	77,1	76,7	79,9	72,5	78,2	78,0	80,0	73,0
21. Juli	7	99,5	99,1	100,0	92,0	100,0	99,8	100,0	92,4
28. „	7	99,0	98,9	99,1	94,8	99,3	99,4	98,4	94,7
4. Aug.	7	100,0	100,0	97,0	100,0	99,9	100,0	96,4	100,0
11. „	7	86,0	86,2	80,9	91,0	85,7	86,0	80,6	90,7
18. „	7	88,3	88.3	83,5	96,0	88,0	88,3	82,6	95,6

Hackfrüchte.

A. Kartoffel.

Ueber die Vegetation der Kartoffel erhalten wir durch folgende Arbeiten Auskunft:

1. Stöckhardt untersuchte Kartoffeln bei 5 verschiedenen Düngungen in je 2 Vegetationsstadien, am 7. August und am 5. September[1]). Trotzdem er selbst das Wachsthum seiner Kartoffeln für normal erklärt, lassen sich aber seine Resultate für die uns hier interessirenden Fragen nicht verwerthen, weil die Erntetermine zu spät gewählt wurden. Wir finden als Resultat der Versuche, außer bei der Chilisalpeter-Düngung, für die zwischen beiden Ernten liegende Zeit zwar noch eine geringe Zunahme der Trockensubstanzmenge, aber eine bedeutende Abnahme der absoluten Menge von Asche und Stickstoff. Bei dem Guanoversuche findet sich am 5. September sogar nur 50 % von der am 7. August vorhandenen Stickstoffmenge. Durch Stöckhardt's Versuche erhalten wir also nicht über den Verlauf der Aufnahme von Nährstoffen Auskunft, sondern nur über deren Verringerung beim Absterben des Krautes (Kartoffelkrankheit?).

2. Dasselbe Resultat ergiebt der, bei Anwendung von 2 Kartoffelsorten und 4 verschiedenen Düngungen auf mehreren Bodenarten angestellte Versuch von Anderson[2]), bei allen Versuchen wurde am 13. Juli noch einmal so viel Stickstoff gefunden als am 21. Oktober, was wir der Wirkung der Kartoffelkrankheit zuzuschreiben haben.

3. E. Wolff stellte 1856 und 1857 Versuche mit Kartoffeln an[3]), welche besser glückten als die unter 1 und 2 erwähnten Arbeiten. Zwar ist auch bei seinen Versuchen die letzte Ernte zu spät vorgenommen, zu einer Zeit als das Kartoffelkraut schon abgestorben und meist verfault war; auch würden beide Versuche noch viel werthvoller sein, wenn die vorletzte Ernte 2 Wochen später ausgeführt wäre, weil man annehmen kann, daß so lange etwa noch eine Aufnahme von Nährstoffen stattgefunden hat. Auch die Entnahme einer größeren Anzahl von Pflanzen für die Untersuchung würde bei weiteren Versuchen wohl unumgänglich nöthig sein. Aber trotz alledem müssen wir Wolff dankbar sein, daß er der Erste ist, welcher etwas Licht auf den Verlauf der Stoffaufnahme der Kartoffel geworfen hat.

---

1) Tharander Jahrbuch III, S. 299.

2) Jahresber. f. Agr.-Chemie 1864. S. 134.

3) Mittheilungen aus Hohenheim V, S. 161 und 193.

4. Die vollständigste aller einschlagenden Untersuchungen ist die von Kellermann[1]), der die Kartoffel in 9 Perioden ihrer Entwicklung einer eingehenden Untersuchung unterwarf. Für den vorliegenden Zweck würde es allerdings zu wünschen gewesen sein, daß aus der 2. Hälfte des Wachsthums, in welcher die hauptsächlichste Stoffaufnahme stattfindet, etwas mehr und für die ersten Wochen, in denen die Pflanze fast nur von dem Materiale der Mutterknollen lebt, etwas weniger Analysen vorlägen, sowie auch eine Mitberücksichtigung der Wurzeln, Blüthen und Früchte künftigen Bearbeitern empfohlen werden kann.

Die Untersuchung hat dagegen den Vorzug einer vorzüglichen Probenahme, denn es wurde allwöchentlich einmal eine Ernte von 50—55 Stöcken aus einem gleichmäßig bestandenen Felde entnommen und zur Bestimmung der Trockensubstanzproduction verwendet, und allem Anscheine nach war das Wachsthum der Pflanzen auch als normal anzusehen.

5. Die Arbeit von Kreusler[2]): „Chemisch-physiologische Untersuchungen über das Wachsthum der Kartoffelpflanze bei kleinerem und größerem Saatgut". Mit peinlichster Sorgfalt sind in dieser Arbeit offenbar alle im Laboratorium ausführbaren Untersuchungen vorgenommen worden, für unsere Zwecke sind ihre Resultate aber leider nur in sehr beschränktem Maaße verwendbar, weil das Wachsthum der Kartoffeln offenbar in Folge äußerer Umstände (Krankheit) ein durchaus abnormes war, so daß es kaum statthaft sein dürfte Schlüsse von allgemeiner Bedeutung betreffs der Stoffaufnahme und Substanzproduction der Kartoffelpflanze aus der Arbeit zu ziehen. Um das eben Gesagte zu begründen führe ich nur folgende Zahlen an:

	Versuch von Kreusler großes Saatgut	Versuch von Kreusler kleines Saatgut	Kellermann
Trockensubstanz des Saatgutes g pro 1 Pflanze	24,94	12,51	9,11
„ der Knollen am 7. resp. 6. August	99,19	62,87	84,13
„ „ „ am 10. September	93,74	33,53	115,88
Knollenbildung vom 6. August — 10. September	— 5,45	—29,34	+ 31,75
Es verhält sich das Saatgut zur reifen Knollenernte wie	1:3,8	1:2,7	1:12,7

Unzweifelhaft wird sich kein Landwirth finden, der das Wachsthum seiner Kartoffeln für normal erklärt, wenn er nur 3,8 oder gar nur 2,7 Ctr. Kartoffeln von 1 Ctr. ausgepflanzten Saatgutes erntet.

1) Landw. Jahrb. VI, S. 647.

2) Landw. Jahrb. XV, S. 309.

Die Schädigung, welche im Versuche Kreusler's die Kartoffelkrankheit angerichtet hat, ist sonach eine sehr bedeutende gewesen, trotzdem Werner[1]) berichtet, die Krankheit sei nur schwach aufgetreten.

Bis Anfangs August scheint das Wachsthum der Pflanze leidlich normal gewesen zu sein, jedoch möchte ich vermuthen, daß auch die Ernährung der Pflanzen nicht ganz so reichlich gewesen ist als man es nach den Angaben über Vorfrucht und Düngung erwarten sollte. Hierauf deutet, neben der, im Vergleiche mit Kellermanns Resultaten, geringen Knollenproduction auch das Resultat folgender zu anderen Zwecken ausgeführten Rechnung. Versucht man in der Weise wie es bei dem Vergleiche zwischen Gerste und Hafer weiter oben geschehen ist, zu berechnen wieviel g Pflanzennährstoffe zu verschiedenen Zeiten durch 1 kg Wurzeltrockensubstanz in den Versuchen von Kellermann und Kreusler täglich aufgenommen wurde, so gelangt man zu folgenden Zahlen:

Ein kg Wurzeltrockensubstanz nahm täglich auf:

		g Stickstoff		g Asche	
Versuch von Kellermann	28. Mai — 4. Juni	15,6		30,3	
	4. Juni—25. Juni	49,9		173,5	
	25. Juni— 2. Juli	64,8		165,2	
	2. Juli — 6. Aug.	4,0		19,6	
	6. Aug.—10. Sept.	11,4		17,5	
Versuch von Kreusler		a	b	a	b
	24. Mai — 3. Juni	13,0	11,4	32,9	27,1
a) = großes Saatgut)	3. Juni— 9. Juli	19,0	23,3	62,3	67,1
b) = kleines Saatgut)	9. Juli — 7. Aug.	0,04	0	7,5	9,6

Hierzu ist nun zu bemerken, daß mir noch von mehreren Versuchen mit anderen Kulturpflanzen derartige Rechnungen vorliegen, daß es aber z. B. noch verfrüht erscheint verschiedenartige Gewächse in dieser Hinsicht etwa mit einander vergleichen zu wollen. Daß man aber aus obigen Zahlen den Schluß ziehen darf, es habe in der Zeit starken Nährstoffbedarfes den Pflanzen des Kreuslerschen Versuches auch wohl an Nährstoffen zu normalem Wachsthum gefehlt, scheint mir ziemlich nahe zu liegen.

Jedenfalls, auch wenn man dieser Rechnung gar keine Bedeutung beilegen will, wird man nicht umhin können, bei der Benutzung der

1) Kartoffelbau 1. Aufl. S. 62 und 68.

Resultate Kreuslers daran zu denken, daß sie von Anfang August ab, sicher abnorm sind.

6. Außer den besprochenen Arbeiten, welche sich mehr oder weniger eingehend mit der Nährstoffaufnahme der Kartoffel beschäftigten, sind hier noch einige Arbeiten zu erwähnen, aus welchen wir Angaben über den Verlauf der Trockensubstanzproduction der Kartoffel entnehmen können.

a. Fittbogen und Grönland, Untersuchungeu über den Verbrauch und die Ablagerung der Reservestoffe in der Kartoffelknolle [1]).

b. Trockensubstanzbestimmungen von König [2]). Es ist dies die Arbeit, deren Material Kellermann später eingehender untersuchte.

c. Dasselbe von Wildt [3]).

d. „ „ Neubauer [4]).

e. „ „ Hoffmeister [5]).

f. „ „ Petersen [6]).

Wir gehen nun an die Betrachtung der Resultate, welche die vorstehenden Versuche ergeben haben und wenden uns zunächst der Trockensubstanzproduction zu. Schreibt man sich, um eine Uebersicht zu bekommen, die Resultate aller Versuche so zusammen, daß die Ergebnisse der ungefähr gleichen Erntedaten untereinander zu stehen kommen, so ergiebt sich zunächst, nach Ausscheidung derjenigen von Stöckhardt, Anderson und Kreusler auf Grund der erwähnten Verhältnisse (Schädigung durch Krankheit), daß auch der Versuch von Neubauer auszuscheiden ist, weil die von ihm benutzte Kartoffel eine viel frühere Sorte ist als die der übrigen Autoren und ebenso wenig sind Fittbogen's Zahlen mit den übrigen vereinbar, weil die beiden letzten Erntetermine zu wenig zu den übrigen passen. Dann erscheinen die Probenahmen bei dem Versuche Wildt's vom 31. Juli sowie bei dem Versuche Hoffmeister's vom 20. und 30. Juli als abnorm, wovon man sich am schlagendsten überzeugt, wenn man die Resultate der einzelnen Versuche auch graphisch darstellt. Nach Streichung dieser 3 Zahlen lassen sich die Ergebnisse der Versuche am einfachsten so vereinigen, daß man für einen jeden einzelnen das Trockensubstanzquantum des dem 20. August am nächsten liegenden Tages gleich 100 setzt und die Resultate der übrigen Ernten in % hiervon berechnet, wie es auf der

1) Landw. Jahrb. V, S. 595.
2) Ebendaselbst V, S. 657.
3) Ebendaselbst V, S. 669.
4) Ebendaselbst V, S. 705.
5) Ebendaselbst V, S. 719.
6) Ebendaselbst V, S. 733.

beifolgenden Tabelle geschehen ist. Für jeden Erntetag läßt sich nun aus diesen Angaben ein Durchschnittsresultat berechnen und kann man bei der Aehnlichkeit, welche der procentisch ausgedrückte Verlauf der Trockensubstanzproduction aller Versuche aufweist, wohl annehmen, daß uns das so erhaltene Resultat eine befriedigend genaue Schilderung des mittleren Verlaufes der Trockensubstanzproduction bei mittelspäten Kartoffelsorten giebt. Wollte man die erhaltenen Zahlen mit Worten darstellen, so könnte man etwa sagen, daß in den ersten 5 Wochen nach dem Auslegen die junge Pflanze vorwiegend auf Kosten der Mutterknolle lebt. Darauf beginnt, erst 2 Wochen hindurch langsam, dann in starkem Fortschritte, die Neubildung organischer Substanz. Genau so, wie wir dies beim Mais kennen lernten, tritt mit dem Beginne der Blüthe ein Stocken im Wachsthum ein, aber nach 8 Tagen schreitet die Substanzproduction in demselben Tempo wieder vorwärts, wie vor der Blüthezeit und dauert nun an, bis die Blätter anfangen abzusterben und sich zu entleeren, was in unseren Versuchen etwa Mitte August bis Ende August anfängt. So leicht es uns die vorliegenden, gut übereinstimmenden Arbeiten machen, einen Einblick in den Verlauf der Trockensubstanzproduction zu erhalten, gelingt dies leider nicht betreffs der Nährstoffaufnahme. Bei diesem Versuche können wir nach dem was über die Einzelarbeiten gesagt werden mußte, nicht anders verfahren, als daß wir von der am normalsten verlaufenen Untersuchung Kellermanns ausgehen und die Ergebnisse der anderen damit vergleichen. Es kann dies geschehen an der Hand der beifolgenden Tabelle (Stoffaufnahme . . . 2c.), sowie der Tafel, auf welcher die Ergebnisse der Kellermann'schen Arbeit graphisch dargestellt worden sind, und zwar die Trockensubstanzcurve nach den Resultaten der wöchentlichen Untersuchung von König, die Stoffaufnahme nach den Untersuchungen Kellermanns[1]). Wir sehen hieraus, daß die Stoffaufnahme mit dem Aufgange der Pflanze schon etwa 14 Tage vor dem ersten Anfange der Trockensubstanzproduction beginnt und daß sie dann, bis etwa zur Zeit der Bildung von Blüthenknospen (2. Juli) im Vergleiche mit der Trockensubstanzproduction sehr stark überwiegt.

Aber nicht für alle Nährstoffe hat dies Gültigkeit, die Aufnahme von Phosphorsäure zeigt sich in dieser Zeit vielmehr nur wenig stärker als die Trockensubstanzproduction, ja in der letzten Woche dieser Pe-

1) Für die graphische Darstellung mußten Königs Angaben über die Pflanze ohne Wurzeln Blüthen und Früchte benutzt werden, weil auch Kellermanns Analysen sich nur hierauf beziehen. Bei der Berechnung des mittleren Verlaufes der Trockensubstanzproduction wurde aber der Gehalt der ganzen Pflanze benutzt.

riode ist ihre relative Stärke geringer als die der Trockensubstanzproduction.

Gerade so wie bei dem Mais, macht sich nun auch bei der Kartoffel das Herannahen der Blüthenbildung um etwa eine Woche früher durch Aufhören der Nährstoffaufnahme geltend als durch das Nachlassen der Production von organischer Substanz. In den 5 Wochen des Blühens, der Fruchtreife und der Krautentwicklung überwiegt die Production organischer Substanz ganz bedeutend. Das Kaliquantum bleibt sich ungefähr gleich; Stickstoff und Kalk erfahren nur eine unbedeutende Vermehrung, am stärksten ist die Aufnahme der Phosphorsäure, aber auch diese ist relativ geringer als die Substanzproduction. Von Anfang August bis zur Zeit der Knollenreife besteht die Thätigkeit der Kartoffelpflanze unseres Versuches offenbar vorwiegend in der Füllung ihrer Reservestoffbehälter, der Tochterknollen. Die Blätter und Stengel entleeren sich allmälig, verwelken und verwittern, so daß die absolute Zunahme an organischer Substanz nur sehr unbedeutend erscheint. Die Stoffaufnahme dagegen wird wieder sehr lebhaft, wie in der Jugend der Pflanze und es zeigt sich jetzt die Aufnahme der Phosphorsäure relativ am stärksten. Wir können sonach im Leben der Kartoffelpflanze folgende 4 Perioden unterscheiden:

1. Das Wachsthum auf Kosten der Mutterknolle dauert etwa 5—6 Wochen, am Ende dieser Zeit wird die Stoffaufnahme lebhaft, die Substanzproduction ist nahezu gleich Null.
2. Vorbereitung zur Blüthe. Diese Periode dauert den Juni hindurch, die Substanzproduction ist lebhaft, die Stoffaufnahme aber noch viel bedeutender.
3. Blüthe und Fruchtbildung. Nach einem Stocken im Wachsthum geht dieses lebhaft weiter, die Stoffaufnahme dagegen ist bedeutend verlangsamt.
4. Ausbildung der Tochterknollen. Die Neubildung von organischer Substanz ist unbedeutend, die Wanderung derselben aus dem Kraute in die Knollen lebhaft und die Stoffaufnahme sehr bedeutend.

Zahlenmäßig werden diese Verhältnisse am deutlichsten, wenn wir mit Hülfe der Relativzahlen unserer Tabelle berechnen wie sich die relative Stoffaufnahme zu der Production organischer Substanz verhält, wenn wir die letztere gleich 100 setzen. Bei dem Versuche Kellermanns kommen wir dabei zu folgenden Zahlen:

	Datum.	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Phosphorsäure
Periode 2 {	4—25. Juni	100 :	416	346	405	493	146
	25. Juni bis 2. Juli	100 :	224	230	375	262	69
Periode 3	2. Juli bis 6. August	100 :	30	18	—	9	64
Periode 4	6. August bis 10. Sept.	100 :	156	306	220	220	344

Es ist nun die Frage zu beantworten: Wie verhalten sich diese Ergebnisse von Kellermanns Arbeit zu den übrigen? Der Verlauf der Trockensubstanzproduction, wie wir ihn durchschnittlich gefunden haben, stimmt vortrefflich mit dem von Kellermanns Versuche überein. Die Stoffaufnahme bei den Versuchen von Wolff und von Kreusler läßt sich, wie wir gesehen haben, nur mit gewissen Beschränkungen zu einem solchen Vergleiche verwenden. Die des Letzteren wurden, um sie wenigstens für die Zeit vor dem August vergleichbar zu machen, umgerechnet auf Grund der allerdings willkürlichen Annahme, daß die von Kreusler vom 7. August factisch erhaltenen Zahlen zu dem durch die Krankheit verhinderten Endresultate in demselben Verhältnisse gestanden hätten, wie sich in Kellermanns Versuche die Ernte vom 6. August zu der vom 10. September verhalten hat. Dann ergiebt sich aus beiden Versuchen Kreusler's, wie die Zahlen der Tabelle zeigen, für die Periode 1, 2 und 3 eine große Aehnlichkeit in dem Verhältniß von Substanzproduction zu Stoffaufnahme mit dem Versuche Kellermann's.

Wolff's Versuche stehen in soweit ebenfalls im Einklange mit denen von Kellermann, als sie in der Zeit Ende Juni und Anfang Juli dasselbe Verhältniß in den relativen Mengen von producirter Substanz und Nährstoffaufnahme erkennen lassen. Da bei dem Versuche von 1856 zur Zeit der Knollenreife das Kraut nicht untersucht ist und da bei dem von 1857 bis zu 55 % der am 28ten August gefundenen Nährstoffe verloren gingen, so ist den Angaben dieser Versuche für die Folgezeit nicht viel Bedeutung beizulegen. Aber darin möchte doch wohl eine Andeutung für eine Uebereinstimmung mit Kellermanns Resultaten zu erblicken sein, daß Wolff 1857 für die Zeit vom 28. August bis 2. Oktober eine Zunahme von 7 % an Phosphorsäure constatirte, während 8 % der vorher vorhandenen organischen Substanz durch Fäulniß des Krautes verloren gingen. Da die Knollenmenge in dieser Zeit bedeutend größer wurde, so ist sicherlich auch Substanz neu producirt, der factisch erlittene Verlust an

Blatt- und Stengelmasse muß also erheblich größer gewesen sein und ist derselbe ohne gleichzeitige bedeutende Verluste an Nährstoffen und also auch an Phosphorsäure, nicht denkbar. Daraus ergiebt sich dann aber, daß die Zunahme an Phosphorsäure viel bedeutender gewesen sein muß als obige Zahl angiebt.

So wenig beweisend also die übrigen Versuche auch sind, so lassen sich doch ihre Resultate eher zu einer Bestätigung als zu einer Widerlegung des Versuches von Kellermann verwenden.

So lange bis neuere, ohne Kartoffelkrankheit durchgeführte, Versuche uns nicht eines Besseren belehren, müssen wir uns also an den Versuch von Kellermann halten, der aus diesem Grunde auch im Kalender von Mentzel und von Lengerke 1887 II, S. 38 benutzt wurde, um das Verhalten der Kartoffel der Düngung gegenüber zu erklären.

Welcher Zusammenhang besteht nun zwischen den bekannten Ansprüchen der Kartoffel an die Düngung und dem zeitlichen Verlaufe ihrer Stoffaufnahme und Substanzproduction?

Wir wissen, daß beim Kartoffelbau vor allen Dingen der Stallmist ausgezeichnete Wirkungen hervorruft und steht hiermit im Einklange namentlich der Umstand, daß die Kartoffel noch im August und September, wenn der Stallmist durch die Wirkung der Sommerwärme zersetzt ist, ein gesteigertes Bedürfniß nach sämmtlichen wichtigen Nährstoffen zeigt und überdies die lange Dauer ihrer Vegetation, welche sie befähigt, langsam wirkende Düngemittel zu verwerthen.

Die Kartoffel ist aber auch dankbar für leichtlösliche Düngemittel, namentlich für die stickstoffhaltigen, auf leichten Böden auch für Kalidüngung und in allen Fällen, wenn auch nicht in dem Maße, wie für Stickstoff, auch für Phosphate. Dem entspricht das in der Jugend gesteigerte Nährstoffbedürfniß ebenfalls. Wie aber der Umstand zu deuten ist, daß die Kalkcurve in der 2. Periode so viel steiler und die Phosphorsäurecurve so viel flacher verläuft als die des Stickstoffs, wage ich nicht zu sagen, vielleicht geben spätere Versuche darüber Aufschluß. Wollte man unter der Voraussetzung der Bestätigung von Kellermanns Resultaten durch andere Versuche, die vorliegenden Curven ohne Rücksicht auf die jetzt herrschenden Ansichten deuten, so würde man etwa sagen können: die Kartoffel erfordert zu normalem Gedeihen erstens eine Düngung mit relativ phosphorsäurereichem Stallmist und dazu meist eine schwache Chilisalpetergabe, sowie auf Kali- resp. Kalk-armen Böden eine reichliche Zufuhr dieser beiden Stoffe. Auch könnte man vermuthen, daß die Kartoffel besser geeignet sein müsse,

die Phosphorsäure aus schwerlöslichen Präparaten, wie Thomasschlacke 2c., zu verwerthen als die Getreidearten.

Trockensubstanzproduction der Kartoffel (Relativzahlen).

Ungefähres Datum.		1 König	2 Wildt	3 Petersen	4 Hoffmeister	5 Wolff 1856	6 Wolff 1857	Durchschnitt Versuch 1—3	Durchschnitt Versuch 1—6	Durchschnitts-maximum gleich 100
April	30	6,2						6,2	6,2	6,1
Mai	14	5,7						5,7	5,7	5,6
	21	5,6						5,6	5,6	5,5
	28	5,7						5,7	5,7	5,6
Juni	4	4,8	9,1	4,1				6,0	6,0	5,9
	11	6,0	9,0	4,3	1,1			6,4	5,1 [1])	(5,0) [1])
	18	9,3	11,3	5,9	3,4			8,8	7,5	7,4
	25	16,3	22,5	11,1	4,1	17,7		16,6	14,3	14,1
Juli	2	26,2	31,4	17,1	26,2		14,6	24,9	23,1	22,8
	9	48,7	37,0	24,3	39,5			36,3	37,4	37,0
	16	50,9	41,4	37,6		34,5		43,3	41,1	40,6
	23	73,0	70,1	72,6	(64,0) [2])			71,9	71,9	71,0
	30	86,8	(90,5) [2])	83,5	(51,7) [2])		56,5	85,1	75,6	74,7
August	6	97,3	81,7	90,0	74,1			89,3	85,8	84,7
	13	96,9	76,9	99,3	92,5			91,0	91,4	90,2
	20	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,0
	27	98,3	107,0	98,7				101,3	101,3	100,0
September	3	102,0		85,7				93,8	93,8	92,6
	10	100,4		89,3				94,8	94,8	93,6
	17			85,9				85,9	85,9	84,8

1) Nicht maaßgebend, weil hier die Verminderung nur durch Versuch 4 hervorgerufen ist.

2) Fortzulassende Zahlen, siehe Text.

Stoffaufnahme der Kartoffel in % der Maximalmengen.

Vegetationsstadium.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
				Versuche von E. Wolff 1856.						
	27. Juni	?	17,7	15,9	42,3	22,6	28,3	38,4	29,0	23,7
	17. Juli	20	34,5	33,1	60,3	37,7	57,6	64,2	63,4	46,7
	18. Aug.	32	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	27. Sept.	40	?	?	?	?	?	?	?	
				Versuch von E. Wolff 1857.						
Knollen, Erbsen—Haselnußgroß .	1. Juli	45—50	14,6	13,9	28,2	22,9	32,0	26,4	20,6	18,4
Knollen Wallnuß—Haselnußgroß	29. „	28	56,5	56,2	64,1	64,7	61,0	66,8	62,8	50,2
Kraut fängt an zu welken	28. Aug.	30	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	93,0
Kraut meist verfault	2. Oct.	35	91,0	92,2	68,2	65,0	93,5	47,3	44,2	100,0
				Versuch von Kellermann.						
	30. April		6,1	6,3	4,4	3,1	8,6	0,2	—	3,4
	14. Mai	14	5,6	5,8	4,5	3,1	8,4	0,3	—	3,3
	21. „	7	5,6	5,7	4,8	3,4	8,5	0,6	—	?
	28. „	7	5,6	5,6	4,9	4,1	8,8	1,3	—	3,0
	4. Juni	7	4,8	4,5	5,8	5,6	9,1	3,4	—	4,3
9. Juli Blüthenanfang . . .	25. Juni	21	15,2	13,7	44,0	37,4	46,3	48,7	—	17,7
	2. Juli	7	25,0	23,0	64,8	58,7	81,1	73,0	—	24,1
	6. Aug.	35	90,0	90,5	85,2	71,0	79,1	79,1	—	67,4
	10. Sept.	35	98,5	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	—	100,0
				Versuch von Kreusler.						
				a. Großes Saatgut.						
Saatgut . . .	7. Mai		12,1	12,5	7,0	7,8	—	—	—	—
10 Tage nach dem Aufgange . . .	3. Juni	10	10,7	10,9	8,1	9,2	—	—	—	—
Blüthe	9. Juli	36	38,1	35,6	72,4	70,8	—	—	—	—
Fruchtreife . .	7. Aug.	29	90,0	90,5	85,2	71,0	—	—	—	—
				b. Kleines Saatgut.						
Saatgut . . .	7. Mai		9,0	9,5	4,4	4,0	—	—	—	—
10 Tage nach dem Aufgange . . .	3. Juni	10	7,9	8,1	5,0	4,8	—	—	—	—
Blüthe	9. Juli	36	44,6	42,2	71,3	73,7	—	—	—	—
Fruchtreife . . .	7. Aug.	29	90,0	90,5	85,2	71,0	—	—	—	—

B. Turnips (Brassica Rapa).

Ueber die Stoffaufnahme der Turnips geben uns 2 Arbeiten Auskunft.

1. Die von Anderson[1]), der leichtem, sandigen, stark mit Stallmist gedüngtem Boden Turnips zur Untersuchung entnahm und in 4 verschiedenen Perioden alle für uns wichtigen Bestandtheile derselben so bestimmte, daß sich daraus die per acre vorhandenen Mengen berechnen lassen.

2. Die Untersuchungen von Wunder[2]), zu denen das Untersuchungsmaterial gewonnen wurde: im ersten Jahre auf ungedüngtem schweren Thonboden, im zweiten Jahre auf demselben, vorher aber 1½ Zoll hoch mit Sand überfahrenen und damit gemischtem Boden. Leider ist im ersten Versuchsjahre das Erntequantum nicht bestimmt worden, so daß Wunder nur aus den Ergebnissen des zweiten Jahres den Ertrag pro Acker berechnet, aber auch in diesem Falle theilt er leider die ermittelten factischen Erntegewichtszahlen nicht mit.

Beide Arbeiten führen für die erste Hälfte der Entwicklung, d. h. für die Zeit von der Saat an bis ungefähr Mitte August (3 Monat) respective bis ca 6 Wochen nach dem Auspflanzen der Stecklinge vom Saatbeete ins Ackerland, zu dem gleichen Resultate. Es verläuft die Entwicklung bis hierher sehr langsam und ist dadurch characterisirt, daß in der ganzen Zeit die Stoffaufnahme mit der Trockensubstanzproduction ungefähr parallel verläuft. In der Folgezeit gehen jedoch die Resultate beider Arbeiten auseinander. Bei dem Versuche Anderson's sehen wir im August ein Ueberwiegen der Production organischer Substanz und im September ein Ueberwiegen der Nährstoffaufnahme. Bei dem zweiten Versuche Wunder's sehen wir dagegen den Parallelismus zwischen Substanzproduction und Nährstoffaufnahme fortdauern bis zum Schlusse der Vegetation.

Sollen wir den Grund für diese Verschiedenheit darin erblicken, daß die Pflanzen im Versuche von Anderson stark mit Stallmist gedüngt waren, in den von Wunder dagegen nicht? Dies erscheint, wenigstens in der Hauptsache, leicht möglich und würde dann der Schluß nahe liegen, daß die Turnips deshalb für Stallmistdüngung (bei sonst zusagenden klimatischen Verhältnissen, wie namentlich in England) so dankbar sei, weil dieselbe den Curvenverlauf ermöglicht, den

---

1) Journal of agriculture the highland and agricultural Society of Scotland 1860 p. 306. Durch Jahresber. f. Agr.-Chem. III, S. 117.

2) Versuchsstationen III, S. 19.

wie wir an dem Versuche von Anderson beobachten, resp. weil die Stallmistdüngung Gelegenheit zu relativ starker Nährstoffaufnahme in der letzten Vegetationszeit giebt. Als wir sahen, daß die Chili-Salpeter-Düngung deshalb so günstig auf Gerste wirkt, weil sie es dieser Pflanze ermöglicht in der Jugend relativ viel Stickstoff aufzunehmen, so schlossen wir daraus, daß dieser Verlauf der Stoffaufnahme für die Gerste der normale sei, also derjenige, der ihr Wachsthum in normalster Weise ermöglichte. In derselben Weise würden wir aus dem oben Gesagten aber auch schließen, daß dann der Verlauf der Curven des Versuches von Anderson für die Wasserrübe der normale sei. Ob diese Ansicht aber richtig ist läßt sich aus den wenigen vorliegenden Versuchen natürlich nicht mit Sicherheit beweisen. Jedenfalls würde zu erwarten stehen, daß noch andere Verhältnisse mitgewirkt haben möchten, um die Abweichung der Curven des Wunder'schen Versuches von denen des, als normal soeben angesprochenen, Anderson-schen hervorzubringen, denn daß die Düngung allein solche Aenderungen hervorbrächte ist nach alledem was wir beim Getreide kennen gelernt haben nicht wahrscheinlich, so naheliegend dieser Gedanke auch erscheint. Die bisher über die Wirkung der Düngung vorliegenden, direct vergleichbaren, Versuche machen es wenigstens wahrscheinlich, daß die Düngung wohl im Stande ist den der Pflanze als solcher eigenthümlichen Curvencharacter in der Weise zu verändern, daß die sowieso schon relativ starke Nährstoffaufnahme einer Periode noch stärker erscheint. Es existirt aber noch kein Versuch, der uns zu der Annahme berechtigte, daß wir im Stande wären, willkührlich durch langsamer oder schneller wirkende Düngemittel in früher oder später Vegetationsperiode derselben Pflanze eine relative (im Verhältniß zur Trockensubstanzproduction) erheblich gesteigerte Stoffaufnahme hervorzurufen.

Vergleichen wir die beiden vorliegenden Versuche nun betreffs der einzelnen Nährstoffe miteinander, so finden wir für das Verhältniß zwischen producirter organischer Substanz (100) und Nährstoffaufnahme, nach den Relativzahlen der beifolgenden Tabelle, folgenden Zahlen-Ausdruck.

	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Anderson bis zum 11. August	100	91	121	67	118	89	108
Wunder bis zum 17. „	100	140	131	94	165	145	116

Die Mehraufnahme von Nährstoffen in der Jugend ist also verhältnißmäßig nicht stark und betrifft in erster Linie Kalk (Magnesia?) und Stickstoff und in zweiter Phosphorsäure. Die Bedeutung, welche man dieser Mehraufnahme beilegen könnte, wird überdies noch verringert durch ihre absolute Geringfügigkeit und die Länge der Zeit, welche hierfür zur Verfügung steht, denn bei dem Versuche von Wunder vergingen 3 Monat bis 11,3 % der organischen Substanz gebildet, resp. 14,8 % des Gesammtstickstoffs aufgenommen war.

Zur graphischen Darstellung für die Wasserrübe wurde der Versuch von Anderson ausgewählt, es muß jedoch darauf aufmerksam gemacht werden, daß nach dem oben Gesagten die Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit dieser Resultate wohl vermuthet werden kann, daß sie aber nicht durch andere Versuche bewiesen ist.

Turnips (Brassica rapa). Stoffaufnahme in % der Maximalmengen.

Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
1. Versuch von Anderson.									
7. Juli	ca 25—30	0,4	0 4	0,2	0,9	0,1	0,3	0,2	0,2
11. Aug.	35	30,8	30,9	28,2	37,4	20,8	36,3	27,5	33,2
1. Sept.	21	74,4	79,2	55,2	49,5	54,6	59,6	51,4	56,4
5. Oct.	34	100,0	100,0	100,0	100,0	100.0	100,0	100,0	100,0
2. Versuch von Wunder.									
17. Aug.	80	11,9	11,3	15,8	14,8	10,6	18,6	16,3	13,1
21. Sept.	35	33,0	32,3	38,3	38,3	37,0	38,8	39,8	30,8
12. Oct.	21	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100 0	100,0	100,0

C. Zuckerrübe und Futterrübe (Beta).

Soviel auch schon über die Zuckerrübe gearbeitet worden ist, so ist doch unsere Kenntniß über den Verlauf der Stoffaufnahme derselben noch recht dürftig. Es liegen darüber folgende Untersuchungen vor.

1. Die ausführlichste Arbeit rührt von Bretschneider her [1]), der 1859 die Zuckerrübe in 6 verschiedenen Entwicklungsperioden unter-

1) Mittheil. des landw. Central-Vereins für Schlesien XI, S. 94.

suchte. Es wurde dabei jedesmal 1 □Ruthe mit 116—144 Pflanzen geerntet und aus diesen die für die Untersuchung nöthigen Pflanzen ausgewählt.

2. Bald darauf veröffentlichte auch Hoffmann[1]) die Resultate eines Versuches, in welchem er in 3 verschiedenen Perioden die Zuckerrübe untersuchte. Während aber Bretschneider die vollständigen Untersuchungen der Aschen ausführte, begnügte sich Hoffmann damit aus der Reihe der uns hier interessirenden Substanzen nur Trockensubstanz, Asche und Stickstoff zu bestimmen.

Die Arbeit leidet dazu an einem recht bedauerlichen Mangel, denn es wurden am 30. Juni 10, am 31. August 2 und am 30. October gar nur eine Pflanze für die Berechnung des Erntegewichts pro Joch und zur Gewinnung des Analysenmateriales genommen. Nach dieser Art der Probenahme ist es nicht wohl statthaft dieser Arbeit viel Beweiskraft beizulegen.

3. Hoffmeister[2]) bestimmte in 12 verschiedenen Entwicklungsstadien der Rübe ihren Ertrag an Trockensubstanz und Asche. Die schwierigen Verhältnisse unter denen Hoffmeister die Arbeit auszuführen hatte, legten ihm leider eine große Beschränkung in der Zahl der für die Untersuchungen zu erntenden Rüben auf (2 Pflanzen bei den letzten Ernten).

4. A. Girard[3]) veröffentlichte einen sehr umfangreichen Rübenkulturversuch, der mit, je 60 Rüben tragenden, großen Kasten ausgeführt wurde, so daß auch durch Auswaschen des Bodens die feinen Faserwurzeln mitgeerntet werden konnten.

Der Hauptzweck der Arbeit bestand in einer Verfolgung der Zuckerbildung und können wir ihm daher für unsere Zwecke nur den Gehalt an Trockensubstanz und an Asche entnehmen. Die Asche wird als löslich und unlöslich unterschieden. Da ich vermuthe, daß als unlösliche Asche wohl nur Kieselsäure und Sand verstanden sein dürfte, so benutzte ich nur die Angabe über die lösliche Asche.

Die Untersuchung Girard's fand zu 10 verschiedenen Zeiten statt und ist deshalb besonders werthvoll, weil sie uns auch über die Menge der Wurzelfasern Auskunft giebt.

An Arbeiten, welche in meist wöchentlichen Intervallen die Tro-

1) Vers.-Stat. IV, S. 203.

2) Landw. Jahrb. V, S. 709.

3) Compt. rend. T. 102, p. 1324, 1489 und 1565 sowie T. 103, p. 72 und 159.

ckensubstanz der Rübe bestimmten, ohne auf deren Zusammensetzung einzugehen, sind dann noch zu nennen die Untersuchungen

5. u. 6. von Moritz Landw. Jahrb. VII, S. 745 und VIII, S. 662.
7. „ Wildt „ „ VII, S. 526.
8. „ Brimmer „ „ VIII, S. 623.

Die zweite Arbeit von Moritz behandelt aber das zweite Vegetationsjahr und die von Brimmer ist ein sehr lehrreiches Beispiel, um daran zu erkennen, welche enorme Schädigung das Wachsthum der Zuckerrübe erfährt, wenn dieselbe in der Jugend vom Unkraute überwuchert wird. Bei diesem Versuche wuchs das Unkraut in Folge verspäteter Aussaat ꝛc. so arg, daß man die Rüben erst 6 Wochen nach dem Aufgange unterscheiden konnte, ihr Wachsthum in der Jugend ist daher ein abnorm geringes geblieben, so daß der Versuch nicht gut benutzt werden kann, um daran das Wachsthum einer normalen Rübenpflanze zu demonstriren.

Wollen wir nun versuchen die Resultate obiger Arbeiten so vie als möglich zusammenzuziehen, so kann nur an eine Vereinigung der auf ungefähr gleiches Datum fallenden Resultate gedacht werden, weil die Rübe im ersten Jahre ihrer Entwicklung keine physiologisch begründete, bestimmt charakterisirbare Abschnitte, wie Schossen, Blühen und Reife beim Getreide, aufweist. Zunächst wurde versucht aus den unter 1, 3, 4, 5 und 7 erwähnten Versuchen den mittleren Verlauf der Trockensubstanzproduction zu finden. Da die Versuche zu verschiedener Zeit endigen, so war die Aufgabe nur lösbar, indem man einen allen Versuchen gemeinsamen und möglichst spät gelegenen Termin gleich 100 setzte, für jeden Versuch die Resultate jeder Untersuchung in % hiervon berechnete, dann aus den Reihen der Relativzahlen (vgl. beifolgende Tabelle) Mittel zog und diese Mittelzahlen endlich so umrechnete, daß ihr Maximum den Werth von 100 darstellte.

Die ungefähr dem 25. Juli, sowie dem 12. September bis 3. Oktober entsprechenden Zahlen passen nicht vollständig in die erhaltenen Reihen hinein, weil sie nicht Eigenthümlichkeiten der Mehrzahl der berechneten Versuche, sondern nur die Resultate der Minderheit derselben darstellen.

Das Bild, welches wir erhalten, wenn wir die Zahlen der letzten Kolumne unserer Tabelle graphisch darstellen, läßt sich sehr einfach schildern. Wir haben Anfangs Juli 1 % und gegen Mitte Oktober 100 der überhaupt producirten Trockensubstanz in der Pflanze und brauchen diese Punkte nur durch eine gerade Linie zu verbinden, so sehen wir den Verlauf der Trockensubstanzproduction wie er sich aus jenen Mittelzahlen ergiebt. Die Abweichungen hiervon sind äußerst

unbedeutend und laufen darauf hinaus, daß das erste Drittel dieser Zeit ein etwas geringeres und das letzte Drittel ein etwas stärkeres Ansteigen der Curve aufweist als eben gesagt wurde; diese Unterschiede sind aber nur sehr unbedeutend. Genau dasselbe Resultat weist bei der Futterrübe die Arbeit von E. Wolff auf.

Einen anderen Verlauf zeigt aber die Aufnahme der Nährstoffe, die wir leider nicht an einer genügenden Zahl von Arbeiten zu verfolgen im Stande sind, um dieselbe mit Sicherheit beurtheilen zu können. Legen wir uns zunächst die Frage nach dem Verlaufe der Aschenaufnahme im Verhältniß zur Production der organischen Substanz vor, weil für deren Beantwortung noch das meiste Material vorliegt, so kommen wir zu folgendem Resultate.

Wir finden in % der Maximalmengen bei den Versuchen von

		Org. Subst.	Asche
Bretschneider	am 20. Juli	13,8	33,9
Hoffmeister	am 20. Juli	12,1	27,5
Girard	am 2. Juli	12,0	30,9
	Mittel	12,6	30,8

Aus dem Versuche von Girard habe ich hier geglaubt besser ein früheres Datum wählen zu sollen, wegen der zwischen dem milden Klima Frankreichs und dem rauhen Frühlinge von Insterburg und der Marienhütte bestehenden Differenzen, die ja auch in der schnelleren Anfangsentwicklung der Rübe bei Girard's Versuche einen Ausdruck findet.

Zu der Zeit, in welcher ungefähr die Hälfte der überhaupt producirten organischen Substanz vorhanden ist, finden wir bei denselben 3 Versuchen folgendes Verhältniß zwischen den relativen Mengen dieser und der Aschen-Aufnahme:

	Org. Subst.	Asche
Bretschneider Mitte zwischen 9. und 31. August	46,6	75,8
Hoffmeister am 22. August	48,2	71,0
Girard am 10. August	48,8	72,5
Mittel	47,9	73,1
Es wurden also gebildet resp. aufgenommen	35,3	42,3

In der Folgezeit finden wir ein verschiedenes Verhalten.

Bei Bretschneiders Versuche sehen wir zunächst einen zu der Production organischer Substanz ungefähr parallelen Verlauf der Aschen-Aufnahme, so daß die Gesammtmenge der Asche aufgenommen ist während erst $^3/_4$ der organischer Substanz producirt wurden. Bei den beiden anderen Versuchen vermindert sich die Aschenaufnahme noch mehr als in der zweiten unserer oben willkührlich gebildeten Perioden,

so daß das Maximum des Aschengehaltes zur selben Zeit mit dem Maximum der organischen Substanz erscheint. Da dies auch zu dem zweifelhaften Versuche Hoffmanns und zu dem von Wolff bei der Oberndorfer Rübe erhaltenen Resultaten paßt, so möchte ich die weiterhin allmälig fortschreitende Aufnahme der Aschenbestandtheile für das Normale ansehen. Wir würden also zu dem Resultate kommen, daß die Aufnahme der Aschenbestandtheile in der Jugend der Rübe sehr viel bedeutender ist als die Production organischer Substanz, und daß dann die relative Stärke der Aschenaufnahme bis zum Herbste hin allmählig geringer wird. Die Periode relativ sehr bedeutenden Stoffbedarfes dauert ungefähr so lange an als die Periode, in welche die Hackarbeit fällt, und ist das Aschenbedürfniß in dieser Zeit um so stärker, je jünger die Pflanze ist.

Was wir hier soeben betreffs der Summe der Aschenbestandtheile kennen gelernt haben, das gilt sicher auch von den einzelnen mineralischen Nährstoffen und vom Stickstoff, in der Hauptsache wenigstens, denn wir finden bei den Versuchen Bretschneiders und Wolffs folgende Beziehungen zwischen der Production organischer Substanz und Nährstoffaufnahme, wenn wir die relativen Angaben der Ersteren (vgl. Tabelle „Verlauf der Stoffaufnahme" ꝛc.) gleich 100 setzen.

		Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Bretschneider.	Vom Aufgange bis zum 20. Juli	100	246	196	173	178	357	217
Wolff.	„ „ „ „ 30. „	100	141	168	144	161	60	149
Bretschneider.	Vom 20. Juli bis 31. August	100	131	107	157	99	105	125
Wolff.	„ 30. „ „ 28. „	100	85	91	84	96	113	59
Bretschneider.	Vom 30. Sept. bis 16. Oktober	100	117	61	79	38	206	122
Wolff.	Vom 28. Aug. bis 6. Oktober	100	94	77	94	77	107	111

Die beiden eben nebeneinander gestellten Versuche zeigen allerdings bedeutende Differenzen, welche auf ungleichwerthige Zeitabschnitte, so wie auf die Varietätverschiedenheit zurückzuführen sein werden. Sie zeigen aber doch das Gemeinsame, daß in der Jugend der Pflanze das Nährstoffbedürfniß für Phosphorsäure und Stickstoff, sowie für alkalische Erden etwas größer ist als für das Kali und sie regen die Frage an, ob wir nicht etwa Grund haben, auch das um etwas gesteigerte Phosphorsäurebedürfniß, welches uns beide Versuche im Herbste andeuten, ebenfalls als etwas Characteristisches anzusehen.

Was wir hiernach bisher über den Verlauf der Stoffaufnahme bei der Zuckerrübe wissen, läßt sich meiner Meinung nach sehr wohl mit dem bekannten Düngerbedürfnisse derselben in Einklang bringen. Denn wir sehen:

a. Ein gesteigertes Nährstoffbedürfniß in der Jugend.

α. Die Nothwendigkeit der Anwendung leichtlöslicher Düngstoffe vor der Saat.

b. Die größte Steigerung des Nährstoffbedürfnisses finden wir bei Phosphorsäure und Stickstoff.

β. Es werden in der Praxis durch Anwendung von Chilisalpeter und Superphosphat die besten Resultate erzielt.

c. Wenn wir die Curven der Rübe mit denen der Getreidearten vergleichen, so tritt uns ein relativ viel steileres Ansteigen der Kalicurve beim Getreide, als bei der Rübe entgegen.

γ. Die Rübe ist nicht in dem Maaße für eine Kalidüngung dankbar als das Getreide.

d. Die Stoffaufnahme dauert bei der Rübe sehr viel länger an, als z. B. beim Sommergetreide.

δ. Die Rübe ist für langsam wirkenden Stalldünger sehr viel dankbarer als das Sommergetreide

e. Wenn Wiederholung der Versuche das relativ stärkere Phosphorsäurebedürfniß der Rübe im Herbste als für diese Pflanze characteristisch erweisen sollte, so würde darin die vielfach übliche Stallmistdüngung eine noch weitere und bessere Begründung finden, denn bei allen sonstigen Stallmistpflanzen, wie Raps, Kartoffeln, Turnips, Hülsenfrüchte, finden wir thatsächlich ein in späteren Vegetationsperioden besonders hervortretendes gesteigertes Bedürfniß nach Aufnahme eines oder des anderen Nährstoffes.

Weitere Untersuchungen sind aber sehr wünschenswerth, denn die wenigen bisher vorliegenden Arbeiten gestatten noch nicht mit genügender Sicherheit einen Einblick in die Mannigfaltigkeit der bei der Rübe in Betracht zu ziehenden Verhältnisse. Namentlich wissen wir über die Stoffaufnahme im zweiten Jahre noch gar nichts und wir wissen noch nichts über die, wenn irgendwo, dann gerade hier zu erwartende Aufklärung über die Art des durch die Kultur der Pflanzen angezüchteten Düngerbedürfnisses oder Düngerausnutzungsvermögens. Denn es liegen dadurch sicherlich noch manche Complicationen der Verhältnisse bei der Zuckerrübe vor, daß wir dieselbe erfahrungsgemäß nicht nur so düngen müssen, wie sie es als Pflanze vermöge ihrer natürlichen Eigenschaften verlangt, sondern daß wir sie überdies so düngen müssen, daß sie einseitig abnorm viel Zucker producirt. Ob und wie sich dies

etwa an dem Verlaufe der Stoffaufnahme geltend macht, darüber können wir den bisherigen Arbeiten nichts entnehmen. Graphisch dargestellt wurde von Rübenversuchen nur der von Wolff und wurde dieser deshalb gewählt, weil er vor dem von Bretschneider den Vorzug besitzt, das bei ihm die Trockensubstanzaufnahme so verlaufen ist, wie wir dieselbe als Mittelresultat der 5 Versuche kennen gelernt haben, auch leidet er nicht an der Wahrscheinlichkeit von Fehlern, die wir bei Bretschneiders Magnesiacurve vermuthen.

Runkel-Rübe.

Verlauf der Stoffaufnahme in % der Maximalmengen.

Charakteristik der Pflanzen.	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
	1. Versuch von Bretschneider.									
	20. Juli	86	15,2	13,8	33,9	27,0	23,9	24,6	49,3	30,0
	9. Aug.	20	32,8	31,1	54,2	54,9	46,5	51,4	50,6	51,1
	31. „	22	64,8	62,2	97,4	78,6	100,0	72,4	99,9	90,4
	15. Sept.	15	79,0	77,2	100,0	92,1	99,7	100,0	100,0	86,5
	30. „	15	85,4	85,6	79,5	91,3	86,4	78,0	53,4	82,4
	16. Octb.	16	100,0	100,0	96,3	100,0	97,7	83,4	83,1	100,0
	2. Versuch von Hoffmann.									
	30. Juni		5,7	4,9	11,3	6,7	—	—	—	—
	31. Aug.		38,7	39,2	34,6	36,1	—	—	—	—
	30. Oktb.		100,0	100,0	100,0	100,0	—	—	—	—

3. Versuch von Hoffmeister. 4. Versuch von Girard.

						Datum.	Tage der Periode	Trockensubstanz	Organische Substanz	Lösliche Asche
6 Tage nach dem Aufgange	14. Juni	6	0,02	0,01	0,04	8. Juni	?	0,6	0,5	1.6
	21. „	7	0,4	0,28	0,9	19. „	11	3,1	2,5	7,2
	28. „	7	0,8	0,63	1,8	2. Juli	13	13,9	12,0	30,9
	6. Juli	8	3,7	3,2	7,8	15. „	13	26,4	24,1	45,8
	13. „	7	6,3	5,5	12,9	29. „	14	41,0	39,5	55,2
	20. „	7	13,8	12,1	27,5	10. Aug.	12	51,0	48,8	72,5
	30. „	10	23,3	21,2	40,5	24. „	14	63,2	61,9	76,4
	6. Aug.	7	27,5	25,2	46,0	5. Sept.	12	68,6	67,3	78,2
	14. „	8	41,0	38,2	63,0	18. „	13	81,1	79,3	99,8
	22. „	7	50,5	48,2	71,0	1. Octb.	13	100,0	100,0	100,0
	6. Sept.	15	68,0	65,1	90,5					
Reif 14,4 % Zucker im Safte	15. Octb.	39	100,0	100,0	100,0					

Oberndorfer Rübe nach Wolff.

Datum.	Dauer der Periode Tage	Trocken-substanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
30. Juli	?	20,6	19,6	27,7	32,9	28,3	31,6	11,7	29,2
28. Aug.	29	55,3	55,1	58,0	65.3	58,0	65,5	51,8	50,2
6. Octb.	39	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Zuckerrübe. Verlauf der Production von Trockensubstanz in % der Maximalmenge.

		Moritz	Wildt	Hoffmeister	Girard	Bretschneider	Mittel	Mittelzahlen in % des Maxim.
Mai	30	0,04	0,01	—	—		0,02	0 01
Juni	6	0,05	0,07	—	1,1		0,40	0,13
	13	0,5	0,3	0,75	—		0,52	0,17
	20	2,5	1,3	1,3	6,0		2,8	0,9
	27	8,0	3,1	2,8	—		4,6	1,4
Juli	4	27,5	6,1	13,5	27,3		18,6	5,8
	11	39,0	—	23,0	—		31,0	9,6
	18	52,2	30,6	50,2	51,8	46,6	46,3	14,4
	25	61,5	35,4	—	—	—	48,4	15,0
August	1	79,3	77,0	84,9	80,3	—	80,5	25,0
	8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	31,1
	15	100,0	127,0	149,2	—	—	125,4	39,0
	22	117,1	171,0	184,6	123,7	—	149,1	46,3
	29	129 3	167,6	—	—	197,3	164,7	51,1
September	5	166,2	199,1	247,4	134,1	—	186,7	58,0
	12	147,1		—	—	240,8	193,9	—
	19	174,4		—	158,7	—	166,5	—
	26	204,1		—	—	260,3	232,2	—
October	3	233,5		—	196,0	—	209,7	—
	10—16	296,3		365,4		304,6	322,1	100,0

D. Cichorie.

Ueber die Cichorie liegt nur eine Arbeit von H. Schulze vor 1), die ein Muster von Sorgfalt bei der Entnahme der Proben wie bei der Untersuchung genannt werden kann. Es kamen hierbei 10 auf einander folgende Ernten zur Untersuchung und wurden die in beistehender Tabelle procentisch umgerechneten Resultate erhalten.

1) Verf.-Stat. IX, S. 203.

Cichorie, procentischer Verlauf der Stoffaufnahme.

Datum.	Tage der Periode	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphor-säure
	v. Aufgang ab								
13. Juni	ca30	0,4	0,4	1,0	1,3	1,1	1,2	1,9	0,6
23. "	10	1,9	1,8	4,3	5,4	4,7	4,8	7,0	2,7
3. Juli	10	8,1	7,7	15,2	18,0	14,5	15,8	19,4	10,1
13. "	10	21,4	20,6	35,5	39,5	35,9	34,0	41,2	26,8
23. "	10	43,0	41,8	65,5	66,0	64,7	67,2	76,0	49,2
2. Aug.	10	60,6	59,9	74,3	81,2	73,5	69,8	82,5	62,0
12. "	10	75,2	74,7	86,2	84,4	77,5	93,7	88,8	71,7
22. "	10	88,5	88,3	93,2	98,1	83,4	100,0	100,0	84,6
1. Sept.	10	99,7	99,9	99,3	100,0	93,5	97,5	98,0	94,7
11. "	10	100,0	100,0	100,0	95,1	100,0	99,8	96,2	100,0

Verhältniß der Production organischer Substanz: Nährstoffaufnahme nach obigen Zahlen.

Vom Aufgange bis zum 13. Juni	ca30		100 :	250	325	275	300	475	150
Vom 13. Juni bis zum 3. Juli	20		100 :	195	229	184	201	241	131
Vom 3. Juli bis zum 23. Juli	20		100 :	148	141	148	151	166	115
Vom 23. Juli bis zum 22. August . . .	30		100 :	60	69	40	70	50	76

Am 22. August ist so ziemlich das Gesammtquantum von Stickstoff, Kalk und Magnesia aufgenommen, während Phosphorsäure und Kali noch weiter in derselben Stärke wie vorher aufgenommen wurden. Selbst dann hörte die Aufnahme dieser beiden Stoffe nicht auf, als in den letzten 10 Tagen die organische Substanz sich nicht mehr weiter vermehrte.

Der Verlauf der Stoffaufnahme zeigt hiernach bei der Cichorie eine gewisse Aehnlichkeit mit dem bei der Zuckerrübe beobachteten. Es wird also wohl auch Aehnlichkeit in den Ansprüchen beider Pflanzen an die Düngung zu erwarten sein. Nach dem was man hierüber meist liest und hört trifft dies auch zu. Düngungsversuche, welche mit Sicherheit darüber Auskunft zu geben vermöchten, liegen aber nicht vor.

E. Kopfkohl.

Mit der Untersuchung des Kopfkohls beschäftigte sich Weinhold[1]) aber leider war sein Versuchsfeld nicht den Ansprüchen dieser typischen Stallmistpflanze gemäß gedüngt worden. Er sagt gleich im Anfange seiner Arbeit: „Das Stück war mit Baker Guano gedüngt und lieferte im Ganzen ein kaum mittelmäßiges Ergebniß“. Da es ihm weniger auf die Nährstoffaufnahme, als auf die Bildung der nährenden Bestandtheile bei seinen Untersuchungen ankam, so wurde von den uns hier interessirenden Stoffen nur bestimmt die Trockensubstanz, Asche und der Stickstoff und erhielt Weinhold dabei Zahlen, aus welchen der folgende Verlauf der Stoffaufnahme in % der Maximalmengen berechnet wurde[2]):

Datum.	Tage der Periode	Trockensubstanz	Organ. Substanz	Asche	Stickstoff
9. Juli	ca 50	15,0	14,8	16,3	25,4
23. „	14	41,4	41,3	41,6	47,5
18. August	26	73,7	73,5	75,3	67,9
23. Septbr.	36	93,5	93,0	97,1	100,0
22. Octobr.	29	100,0	100,0	100,0	93,2

Wir finden hier also durch alle Perioden hindurch einen ungefähren Parallelismus zwischen der Production organischer Substanz und

1) Vers.-Stat. VI, S. 120.

2) Am 23. Juli und 18. August wurden die Pflanzen sämmtlich geblattet, es wurde deshalb auch vor der procentischen Umrechnung bei den folgenden Ernten die vorher entnommene Substanz zu den direct ermittelten Ernten hinzugerechnet.

der Aufnahme von Aschenbestandtheilen, während ein um etwas gesteigertes Bedürfniß nach Stickstoff bei der ganz jungen Pflanze sowohl, als auch in der 4ten Periode (18. August bis 23. September) vorzuliegen scheint. Dies läßt uns also den Character der Stallmistpflanze, den wir früher bei anderen Gewächsen kennen lernten, auch hier erkennen. Es ist aber wahrscheinlich, daß derselbe beim Anbau des Kopfkohl in frischem Dünger noch deutlicher hervortreten und das Wachsthum der Pflanzen normaler gestalten wird als es bei dem Versuche von Weinhold der Fall war.

Rothklee.

Ueber die Vegetation des Rothklee erhalten wir durch eine ganze Reihe von Arbeiten Aufschluß, aus denen hervorgeht, daß der Verlauf des Kleewachsthums größeren Schwankungen unterliegt, als es bei den meisten anderen Kulturpflanzen der Fall ist, die nicht so hohe Ansprüche an die Bodenfeuchtigkeit stellen. Die Schwierigkeiten, welche gerade der Klee den Untersuchungen entgegenstellt, scheinen nach den Resultaten der vorliegenden Arbeiten sehr mannigfaltig und bedeutend zu sein und hängt dies wesentlich mit folgenden Momenten zusammen. Im ersten Vegetationsjahre laufen die Samen oft sehr ungleich auf, so daß man auf demselben Feldstücke Pflanzen von verschiedenem Alter besitzt, zudem verläuft das Wachsthum der jungen Pflanze so verschieden, daß z. B. Hoffmeister in Insterburg 1878 als Ertrag eines ganzen Sommers am 11. September 50,6 g Trockensubstanz in 100 Pflanzen erntete, während am 11. September 1877 Mutschler in Münster pro 100 Pflanzen 627,0 g Trockensubstanz, also $12^1/_2$mal so viel, erntete. Es ist dies nur ein anderer Ausdruck für die jedem Landwirthe bekannte Thatsache, daß der Klee je nach der Jahreswitterung im ersten Jahre einen guten Schnitt hergeben, aber nach einem trocknen Sommer auch so kümmerlich aussehen kann, daß er umgepflügt werden muß. Aehnlich liegen die Dinge auch im zweiten und noch bedenklicher im dritten Vegetationsjahre. Unter günstigen Verhältnissen ernten wir 2 Kleeschnitte blühender Pflanzen, die so üppig und dicht gewachsen sind, daß wir uns beeilen müssen sie abzumähen, weil der Klee sonst durch sein Eigengewicht niedergedrückt wird und unten abfault; und in einem anderen Jahre quälen sich die kümmerlichen Pflanzen, ohne ein freudiges Wachsthum zu zeigen, bis zur ersten Blüthe hin, um dann zu vertrocknen. Namentlich üppig gewachsene Kleepflanzen bereiten aber der Probenahme bedeutende Schwierigkeiten, denn es muß zu derselben eine sehr große Fläche oder eine sehr bedeutende Anzahl Pflanzen ge-

nommen werden, weil die Beurtheilung der einzelnen Pflanzenindividuen im dichten Bestande nicht möglich ist.

Kommt nun, wie es meist geschehen ist, nur die oberirdische Substanz zur Untersuchung, so kann der Verlauf der Nährstoffaufnahme derselben nicht immer als ein Ausdruck für den Verlauf der Stoffaufnahme aus dem Boden angesehen werden. Das Wurzelsystem und die verholzten Stammtheile des Klees, als einer mehrjährigen Pflanze, sind so bedeutend und enthalten so große Mengen von Pflanzennährstoffen, daß sie im Stande sind, den neu wachsenden Organen der oberirdischen Pflanze in solchen Zeiten abzugeben, in denen Trockenheit der Ackerkrume die Nährstoffaufnahme erschwert, während doch mittels der langen Pfahlwurzel aus dem Untergrunde noch so viel Wasser heraufgepumpt wird wie nöthig ist, um eine relativ geringe Production von organischer Substanz zu ermöglichen. Kommen die in trocknen Perioden verwelkenden und abfallenden Blätter außerdem nicht mit zur Untersuchung, so ist damit ein weiterer bedeutender Fehler verknüpft, da aus den sommerdürren Blättern nach G. Kraus (Botanische Zeitung 1873) vor deren Abfallen eine Rückwanderung von Stickstoff und Phosphorsäure in die Pflanze nicht stattfindet. In den im Sommer abfallenden Blättern entziehen sich daher eine große Menge dieser beiden Nährstoffe der Analyse, wozu noch ein bis jetzt nicht recht erklärter Kaliverlust von enormer Größe hinzutritt. Es darf uns deshalb nicht wundern, daß wir beim Klee (und wahrscheinlich ebenso bei allen mehrjährigen Pflanzen) größere Verschiedenheiten im Verlaufe der Stoffaufnahme finden als bei den einjährigen Gewächsen vorkommen. Ich glaube wir können deshalb als typisch für die normale Kleepflanze nur die Stoffaufnahme und Substanzproduction ansehen wie sie sich uns bei solchen Versuchen darstellt, die eine nicht durch Perioden der Trockenheit unterbrochene Vegetation aufweisen und müssen dann allerdings daran denken, daß in Wirklichkeit, bei meist nicht durchaus normaler Witterung, sehr bedeutende Abweichungen hiervon vorkommen.

Gehen wir nun zu den einzelnen Arbeiten selbst über.

1. E. Wolff (Mittheilungen aus Hohenheim V, S. 205) untersuchte 1857 einjährigen Rothklee in drei Vegetationsstadien a) handhoch, b) zur Zeit der Knospenbildung, c) in voller Blüthe. In der ersten Zeit litt das Feld durch Dürre, in der zweiten Periode fand ein sehr üppiges Wachsthum statt, so daß die Stengel vor der Blüthe schon eine Länge von 2—3 Fuß erreichten. In der dritten Periode finden wir wieder, wahrscheinlich als Folge mangelnder Feuchtigkeit, ein relativ geringes Wachsthum, denn es wurde in der zweiten Periode in Zeit von 3 Wochen rund 2700, in der gleichen Zeit der dritten Pe-

riode aber nur 1300 Pfd. Trockensubstanz pro 1 Morgen Feld producirt. Damit hängt dann eine scheinbar sehr unbedeutende Stoffaufnahme beim Kali, sogar ein Verlust während der dritten Periode zusammen, was seine Erklärung (wenn nicht in der Probenahme) in dem oben Gesagten finden dürfte (Verminderung der Stoffaufnahme und Substanzverluste durch Absterben von Blättern).

2. 1859 und 1860 untersuchte Ulbricht (Versuchsstationen III, S. 241) Rothkleepflanzen zweier Jahrgänge in je drei Perioden des ersten und des zweiten Schnittes. Ihm kam es vor allen Dingen darauf an, die Wanderungen der einzelnen Bestandtheile in den verschiedenen lebenden Organen zu verfolgen. Er hielt es auch gleich bei den ersten Ernten für unmöglich, durch dieselben Aufschluß über die quantitativen Verhältnisse der Stoffaufnahme zu bekommen, und beseitigte im Interesse des Hauptzweckes seiner Arbeit deshalb alle verwelkten Pflanzentheile. Außerdem ist gegen die Arbeit von unserem Standpunkte aus noch geltend zu machen, daß für unsere Zwecke eigentlich nur der erste Schnitt des Jahrganges 1859 Bedeutung haben würde. Beim zweiten Schnitte desselben Jahres fallen die 3 Wachsthumsstadien zeitlich vollständig zusammen, sie wurden geerntet a) am 26. Juni, b) am 26. Juni, c) am 1. Juli, und ist nicht bekannt, wie viel Zeit für ihr Wachsthum seit der Entnahme des ersten Schnittes verfloß.

Bei beiden Versuchsreihen des Jahres 1860 dagegen war das zur Zeit der vollen Blüthe gewonnene Material vom Regen zu Boden geschlagen und unten z. Theil schon verfault, also wohl nicht als normal anzusehen.

Alle 4 Versuchsreihen leiden endlich daran, daß die erste Ernte etwas spät, z. Z. der Knospenbildung stattfand.

Unter diesen Verhältnissen glaube ich mit dem Autor annehmen zu müssen, daß die Untersuchungen desselben nicht verwendet werden sollten, um über den Verlauf der Stoffaufnahme einer normalen Kleepflanze Auskunft zu erhalten.

3. Eine Reihe sehr instructiver Untersuchungen führte Dietrich (Landw. Zeitschr. f. Kurhessen 1864, S. 216 ff.) in den Jahren 1858—60 aus. Ueber das Material der Versuche vom ersten Jahre sagt Dietrich (a. a. O. S. 219): „Der Klee . . . . war in Folge der bekannten Dürre des betreffenden Jahres sehr lückenhaft aufgegangen und war das Feld im darauf folgenden Frühjahre ziemlich schlecht bestanden. Die nachherigen Witterungsverhältnisse waren nicht geeignet, das Wachsthum des Klee's zu begünstigen; der Klee blieb dürftig und niedrig ꝛc. ꝛc.“ Erst im Juli und August trat regenreicheres Wetter

ein, was wir bei Beurtheilung des zweiten Schnittes im Auge behalten müssen.

Besonders der Versuch III von Dietrich muß als sehr gut gelungen bezeichnet werden. Es kam hierbei zur Untersuchung Klee, der 1858 unter Roggen gesäet war und der nach Aberntung desselben sich in Folge günstiger Witterung im Juli und August noch gut entwickelte, was durch 4 Untersuchungen festgestellt wurde. Dasselbe Feld lieferte nun 1859 bei äußerst günstiger Witterung von Anfang bis zu Ende eine sehr schöne Ernte, deren fortschreitendes Wachsthum mittels eingehender Untersuchung zu 8 verschiedenen Zeiten controllirt wurde. Auch der Versuch aus dem dritten Jahre, mit 2jährigem Klee ist günstig verlaufen und wurde von Dietrich benutzt, um in derselben Weise wie es Ulbricht gethan hatte, die Veränderungen zu studiren, die die einzelnen Organe der Kleepflanze erfahren.

4. Unter dem Titel „Wurzel-Untersuchungen" veröffentlichte auch Heiden eine Versuchsreihe, bei welcher der Gehalt der oberirdischen und unterirdischen Substanz des Klee's zu 4 verschiedenen Zeitpunkten festgestellt wurde (Bericht über die Arbeiten der Versuchsstation zu Pommritz 1868/9 Leipzig 1870). Die Hauptaufgabe bei diesen Versuchen erblickte Heiden, wie der Titel der Arbeit besagt, in einer Feststellung der Wurzelverbreitung der Pflanzen unter natürlichen Verhältnissen im Boden. Gegenüber diesem Ziele mußte die Bearbeitung der uns hier speciell interessirenden Fragen etwas zurücktreten, so daß die Resultate der Arbeit, bei näherer Betrachtung nicht als maßgebend angesehen werden können, wenn es gilt die Frage zu beantworten: Wie gestaltet sich der zeitliche Verlauf der Nährstoffaufnahme beim Rothklee? Heiden ließ bei jedem seiner Versuche ein Erdprisma von 5 Fuß Länge, 1 Fuß Breite und 4 Fuß Tiefe ausheben und wusch dann aus diesem gewaltigem Block Erde die darin befindlichen Wurzeln quantitativ aus. Da die Wurzeln und die oberirdischen Theile genau untersucht wurden, so wäre diese Arbeit von unschätzbarem Werthe für unsere Frage, wenn wir annehmen dürften, daß Heiden jedesmal in seinem Erdblock eine richtige Mittelprobe von dem betreffenden Kleefelde gehabt hätte. Daß dies aber nicht der Fall war, lehrt ein Blick auf die Angaben, welche er über die Zahl der auf diese Weise geernteten Pflanzen macht, denn es fanden sich bei der Untersuchung am

13. Mai	auf 5 □Fuß Boden	146	Pflanzen
28. „	„ „ „ „	212	„
5. Juni	„ „ „ „	218	„
15. Juli	„ „ „ „	111	„

Daß man nicht ohne Weiteres die Differenz im Gehalte von 111

und 218 Pflanzen als Zu- oder Abnahme der auf je 5 □Fuß des ganzen Feldes wachsenden Pflanzen ansehen kann, ist ebenso einleuchtend, wie die Unmöglichkeit, die Differenz in dem Ertrage pro Pflanze in beiden Fällen zu berechnen, um auf diese Weise vergleichbare Zahlen zu erhalten; denn in einem Falle stand den Pflanzen fast doppelt so viel Bodenraum zur Verfügung wie im anderen Falle.

Wir können meiner Meinung nach nur versuchen, die zweite und dritte Ernte mit einander zu vergleichen, weil bei diesen beiden ungefähr die gleiche Pflanzenzahl geerntet wurde. Das Resultat eines solchen Vergleiches würde sich folgendermaßen darstellen, wenn wir die Zunahme oder Abnahme der dritten Ernte im Vergleich zur zweiten mit + oder — bezeichnen:

		Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Kraut	℔ pro 1 Acker	+1888,0	−10,5	+ 9,4	−43,9	+ 15,5	+ 2,9	— 2,2
	% der II. Ernte	+ 37,4	— 2,4	+ 4,9	−41,5	+13,8	+ 7,1	– 7,0
Wurzeln	℔ pro 1 Acker	— 241,6	— 1,4	−12,2	+ 2,6	+ 1,4	– 9,3	+ 1,9
	% der II Ernte	— 8,7	− 0,7	−12,6	+ 9,4	+ 5,0	−43,8	+11,5

Beim Anblicke dieser Zahlen, glaube ich, liegt die Vermuthung nahe, daß entweder in der zwischen beiden Ernten liegenden Zeit ganz bedeutende Substanzverluste eingetreten sein müssen, durch welche der Verlust von 41,5 % des gesammten Kaliquantums der zweiten Krauternte erklärt werden kann, oder daß der Boden an den benutzten Stellen erhebliche Verschiedenheiten aufzuweisen hatte. Jedenfalls ist so wenig Princip in den Veränderungen zu erkennen, welche die Substanz der zweiten Ernte bis zur dritten hin erfuhr, daß ich nicht wage, diese Resultate zur Beantwortung der uns hier interessirenden Fragen zu verwerthen. Künftige Bearbeiter der Frage werden aber wohl daraus ersehen, daß 5 □Fuß Feldfläche nicht genügende Garantie für die Richtigkeit der Durchschnittsprobe bieten.

5. Wagner theilt (Berichte über die Arbeiten der Landw. Versuchsstationen zu Darmstadt 1874) einen mit Rothklee angestellten Versuch mit, derselbe ist aber nicht eigentlich angestellt, um die uns hier beschäftigenden Fragen zu beantworten. Es ist vielmehr ein praktischer Feldversuch ausgeführt, um zu sehen, wieviel Futter mit den in der Praxis üblichen Methoden geerntet worden war, in der Mitte und gegen Ende der Blüthezeit des Rothklee.

Wie der Witterungsverlauf sich dabei gestaltete, welchen Einfluß das bei zwei von den 3 Ernten stattgehabte Beregnen des Futters ausübte, ob Herr Lahr, der den Versuch in seiner Wirthschaft anstellte, die Sorgfalt bei Auswahl der Versuchsparcellen, der Aberntung, Wägung und Probenahme anwandte, welche die Kleinheit der Fläche (224 □Meter) erforderte ꝛc. ꝛc., darüber wissen wir nichts, auch Wagner kaum, da die Ernten bereits vor seinem Eintreffen in Darmstadt stattfanden.

Wir haben keine Veranlassung gegen den Versuch einen bestimmt formulirten Einwand zu machen, sein Resultat hat aber in mancher Hinsicht Aehnlichkeit mit denen, welche bei nicht ganz normalem Wachsthum erhalten wurden, während es erheblich abweicht von denen, welche erhalten wurden in durchaus normal verlaufenen Versuchen. Unter diesen Umständen bleibt wohl nichts übrig als seine Resultate, mit Rücksicht auf die oben erwähnten Bedenken, so lange als nicht ganz normal anzusehen, bis neuere Arbeiten uns noch mehr Aufschluß über die in Frage kommenden Verhältnisse geliefert haben werden.

6. Fittbogen[1]) bestimmte in einem der von ihm auf Anordnung des landwirthschaftlichen Ministeriums aufgeführten Vegetationsversuche mit Rothklee im ersten Jahre, neben der Trockensubstanz auch noch den Gehalt der jedesmaligen Ernte an Stickstoff. Die Pflanzen dieses Versuches entwickelten sich gleichmäßig und übertrafen in ihrem schließlich producirten Gesammtquantum an trockner Erntemasse die Mehrzahl der übrigen gleich noch zu erwähnenden Versuche, wennschon sie wohl nicht so gut entwickelt waren, daß man von ihnen im Herbste eine volle Ernte hätte bekommen können.

7. Endlich ist noch eine Reihe von Trockensubstanzbestimmungen zu erwähnen, welche in einwöchentlichen Zwischenräumen auf Anordnung des Königlich Preußischen Ministeriums für Landwirthschaft ausgeführt wurden. Es sind dies folgende Arbeiten:

A. Rothklee im ersten Vegetationsjahre.

Versuch von	Wildt-Kuschen	Landw. Jahrb.	V, S. 669.
„ „	Fittbogen-Dahme siehe unter 6.		
„ „	Caplan-Regenwalde	Landw. Jahrb.	VI, S. 801.
„ „	Hoffmeister-Insterburg	„ „	VI, S. 809.
„ „	Mutschler-Münster	„ „	VII, S. 513.
2 Versuche v.	Hoffmeister-Insterburg	„ „	VIII, S. 629.
„ „	Mutschler u. Krauch-Münster	„ „	VIII, S. 632.
	Fittbogen-Dahme	„ „	VIII, S. 645.

1) Landw. Jahrb. V, S. 747.

B. Rothklee im zweiten Vegetationsjahre.

Versuch von	Wildt-Kuschen	Landw. Jahrb.	VI, S. 813.
„ „	Fittbogen-Dahme	„ „	VI, S. 849.
„ „	Brimmer und Wittelshöfer-Regenwalde	„ „	VII, S. 516.
„ „	Hoffmeister-Insterburg	„	VII, S. 523.
„ „	Mutschler u. Krauch-Münster	„	VIII, S. 632.
„ „	Fittbogen-Dahme	„ „	VIII, S. 645.

Versuchen wir es nun, uns in gewohnter Weise einen Ueberblick über die zahlenmäßigen Ergebnisse all dieser Arbeiten zu verschaffen, so empfiehlt es sich, zunächst an der Hand der letzterwähnten, nach gleichem Schema ausgeführten Untersuchungen kennen zu lernen wie sich der Verlauf der Trockensubstanzproduction gestaltet. Nach dem oben Gesagten läßt sich beim Klee weniger als bei einer der früher betrachteten Pflanzen ein auch nur annähernd regelmäßig in der Mehrzahl der Versuche auftretender typischer Verlauf der Trockensubstanzproduction angeben. Ob sie in einer Periode des Wachsthums unter Berücksichtigung der vorhandenen Blattfläche, relativschneller oder langsamer stattfindet, scheint beim Klee weniger von einem bestimmten Vegetationsstadium als von der Witterung abhängig zu sein.

So finden wir Versuche, die kurz vor der Blüthe und andere, die während der Blüthe und Reifezeit der Samen das stärkste Wachsthum aufweisen, auch in der Jugend kann sich das Wachsthum sehr stark geltend machen, aber es kann dann der noch nicht völlig entwickelte Apparat der Blätter absolut natürlich nicht so viel Kohlensäure zerlegen, wie später, wenn die Pflanzen größer geworden sind. Wollen wir uns trotzdem aus den vorhandenen unter 7 erwähnten Versuchen ein Durchschnittsbild berechnen, so würde dies in folgender Weise möglich sein. Bei den Pflanzen im ersten Vegetationsjahre würde das Erntegewicht eines beliebigens Datums, z. B. des Tages der dem 21. August am nächsten liegt, in jedem Versuche = 100 zu setzen und der Ertrag der übrigen Erntetage im % des erstgenannten zu berechnen sein. Aus den so erhaltenen relativen Zahlenreihen läßt sich dann einfach für jeden Erntetag das arithmetische Mittel berechnen. Die höchste der erhaltenen Mittelzahlen, an deren Zustandekommen noch die größere Hälfte aller vorhandenen Versuche participirt, wird nun von Neuem als 100 bezeichnet und die übrigen in % davon ausgedrückt. So erhält man ein Bild des mittleren Verlaufes der Trockensubstanzproduction, an dessen Zustandekommen jeder Versuch den gleichen Antheil hat. Dies Verfahren glaubte ich wenigstens hier der einfachen Berechnung des arithmetischen Mittels für jeden Erntetag vorziehen zu sollen, weil bei letzterer

Rechenweise, wie sie z. B. beim Mais statthaft schien, hier die wenigen Versuche mit ungewöhnlich hohen Erntezahlen einen zu überwiegenden Einfluß erhalten haben würden. Das Resultat dieser Rechnung ist folgendes:

1 Datum.	2 Trockensubstanz % der Maximalmenge	1	2	1	2
12. Juni	2,2	17. Juli	19,0	21. August	73,7
19. "	4,4	24. "	24,4	28. "	88,7
26. "	7,4	31. "	32,6	4. Septbr.	87,3
3. Juli	12,4	7. August	40,3	11. "	100,0
10. "	16,2	14. "	55,2		

Die Relativzahl 100 würde nun aber, wie es aus der Zusammenstellung der bei jenen Versuchen erhaltenen Erntegewichte hervorgeht, von 50 bis über 600 gr Trockensubstanz pro 100 Pflanzen schwanken können, also nicht wohl in einer Mittelzahl auszudrücken sein.

Auch für das 2. Vegetationsjahr glaubte ich der Vollständigkeit halber eine derartige Rechnung ausführen zu sollen, trotzdem ich, wie schon gesagt, ihren Resultaten keine große Bedeutung beizulegen vermag. Außerdem glaubte ich die ebenfalls in zahlreichen, wenn auch nicht wöchentlichen Perioden ausgeführten Untersuchungen Dietrichs mit dabei verwenden zu sollen, um die Zahl der Versuche zu vergrößern.

Außerdem hielt ich es in diesem Falle für richtiger die Versuche nicht einfach alle nach möglichst gleichem Datum zu verbinden, sondern zum Ausgangspunkte der sonst nach den eben geschilderten Verfahren ausgeführten Rechnung, ein bestimmt gekennzeichnetes Vegetationsstadium, den Beginn der Blüthe, anzunehmen. Auch in diesem Falle glaube ich, um nicht zuviel Zahlen zu bringen, mich auf Mittheilung des Endresultates der Rechnung beschränken zu sollen.

Wochen vor Beginn der Blüthe	Trockensubst. in % der Maximalmengen	Wochen nach Beginn der Blüthe	Trockensubst. in % der Maximalmengen
7	8,0	1	77,4
6 [1])	—	2 [2])	(76,1)
5	15,8	3 [1])	—
4	21,8	4	100,0
3	26,9		
2	36,4		
1	46,7		
Erblühen	61,4		

1) Nur die kleinere Hälfte der Versuche enthält hier Angaben.

2) Nur durch das Fehlen von 2 Versuchen, die sonst sehr hohe Ziffern in dieser Zeit aufweisen, erscheint von dieser Stelle keine Zunahme, die trotzdem als Regel anzusehen ist.

Betreffs der absoluten Zahlen und der Abweichungen von diesen Mittelzahlen aus 9 Versuchen verweise ich auf die am Schlusse befindliche Tabelle.

Wie stellt sich nun beim Rothklee das Verhältniß zwischen Trockensubstanzproduction und Nährstoff-Aufnahme heraus?

Bei der Beantwortung dieser Frage müssen wir uns, nach dem was oben im Allgemeinen über die Einzelarbeiten gesagt wurde, zunächst an die von Fittbogen und von Dietrich in Versuch II—IV erzielten Resultate halten und haben hiermit zu vergleichen die Ergebnisse der Versuche von Wolff, Wagner und Dietrich Versuch I; für die Betrachtung sind dann selbstverständlich getrennt zu halten die im 1sten und im 2ten Vegetationsjahre angestellten Versuche.

Für das Wachsthum im ersten Vegetationsjahre gebe ich zunächst die Zahlen an, welche wir bei den Versuchen von Dietrich und Fittbogen erhalten, wenn wir das Maximum eines jeden Stoffes gleich 100 setzen.

Versuch III von Dietrich.

Datum.	Höhe der Pflanzen cm	Zahl der Blätter	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
2. August	10—12	4—5	7,3	11,3	8,2	11,2	11,8	12,0	12,1
2. Septbr.	15—18	4—6	63,4	73,9	66,9	71,2	72,8	74,6	73,3
9. „	18—20	5—6	78,6	78,2	78,5	77,3	77,5	75,0	80,0
4. Octobr.	22—28	6—8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Die Aussaat fand hierbei Ende April in Roggen statt, so daß das bis in die dritte Woche des Juli gewachsene Kleequantum größtentheils mit dem Roggen vom Felde entfernt wurde.

Versuch von Fittbogen.

Charakteristik der Pflanzen.	Datum.	Trockensubstanz	Stickstoff	Charakteristik der Pflanzen.	Datum.	Trockensubstanz	Stickstoff
5 Blätter	15. Juni	2,6	4,5		10. Aug.	49,4	48,3
	22. „	8,1	12,5		17. „	52,0	53,8
8 Blätter	29. „	9,4	11,5	Höhe 27 cm			
Beginn der Bestockung	6. Juli	15,7	17,7	Blüthenanfang	24. „	66,1	65,6
					31. „	67,1	73,9
	13. „	22,4	24,0	Höhe 36 cm	7. Sept.	77,9	64,9
Höhe 20 cm	20. „	37,0	34,8		14. „	100,0	100,0
	27. „	48,4	44,8		21. „	79,8	84,7
	3. Aug.	48,8	45,5				

Diese Zahlen sprechen so deutlich, daß sie kaum eines Commentars bedürfen; so auffallend ist hier der Parallelismus zwischen Trockensubstanzproduction und Aufnahme aller gewöhnlich bei Düngungsfragen in Betracht kommenden Nährstoffe.

Das Mehr was wir hier bei der ersten Ernte finden, scheint mir außer Betracht bleiben zu müssen, wegen der geringen Bedeutung, die es nach seinen absoluten Gewichtsmengen besitzt und weil wir seinen geringen Betrag sehr wohl als eine Lieferung des Wurzelstockes im Versuche von Dietrich ansehen können, während der Stickstoffgehalt des Samens bei den Versuchen von Fittbogen schon sein Dasein erklärt. Wenden wir uns nun zu dem ersten Schnitte der einjährigen und zweijährigen Kleepflanze, zu dessen Betrachtung uns zunächst Dietrich in Versuch III und IV das Material in folgenden Zahlenreihen liefert.

Versuch III 1859. Einjährig. In % der Maximalmenge.

Charakteristik der Pflanzen	Höhe in cm	Datum	Länge der Periode Tage	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
4—5 Blätter	10—12	15 III	?	0,9	1,8	1,4	1,9	1,7	1,6	1,8
5—6 Blätter	18—20	11 IV	27	2,8	5,5	4,0	6,2	4,6	4,5	5,1
Stengelbildung	25—30	30 IV	19	4,5	7,4	5,9	8,6	6,5	5,6	7,1
	40—43	10 V	10	6,5	10,7	7,4	11,5	10,0	9,0	10,5
Knospenbildung	55—60	20 V	10	16,1	23,6	15,5	25,0	22,1	20,9	23,6
Beginn der Blüthe	60—65	30 V	10	31,0	37,7	29,1	35,8	37,1	34,5	39,0
Volle Blüthe	65—75	8 VI	9	71,3	69,2	10,5	85,9	79,3	79,1	79,9
Ende der Blüthe	65—75	25 VI	17	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Versuch IV 1860. Zweijährig.

5—6 Blätter	15—18	31 III	?	1,6	5,0	5,1	4,7	5,3	5,0	4,2
Stengelbildung	30—35	26 IV	26	6,3	10,0	9,7	10,5	9,9	9,4	8,3
Knospen	50—55	19 V	23	49,4	51,0	45,0	53,6	49,9	49,2	47,8
Beginn der Blüthe	60—65	1 VI	13	65,5	78,3	70,8	80,8	76,6	73,3	74,0
Volle Blüthe	70—80	16 VI	15	88,7	97,0	89,3	99,8	95,9	94,4	95,5
Ende der Blüthe	dito	30 VI	14	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Mittel aus beiden Versuchen[1]).

4—6 Blätter	Ende März	?	1,7	4,3	3,9	4,4	4,2	5,5	3,8
Stengelbildung	Ende April	29	5,4	8,7	7,8	9,5	8,2	7,5	7,7
Knospen	ca 20 Mai	22	32,7	37,3	30,2	39,3	36,0	35,0	35,7
Beginn der Blüthe	Anfang Juni	12	48,2	58,0	49,9	58,3	56,8	53,9	56,5
Volle Blüthe	Mitte Juni	13	80,0	83,1	79,9	92,8	87,6	86,7	87,7
Ende der Blüthe	Ende Juni	15	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

1) Für die erste Periode ist aus Versuch III das Mittel vom 15. März und 11. April benutzt.

Auch die Zahlen dieser Versuche besagen dasselbe wie diejenigen, welche uns das erste Vegetationsjahr zeigte.

Sehen wir uns nun den Verlauf der Stoffaufnahme beim zweiten Schnitte an, wozu uns auch wiederum ein Versuch von Dietrich das Material liefert, welches die nachstehende Tabelle in Relativzahlen enthält.

Charakteristik der Pflanzen	Höhe cm	Datum.	Dauer der Periode Tage	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
4—5 Blätter	10—12	30 VI	18	10,0	15,6	17,3	16,9	12,7	12,3	22,2
Stengel mit Knospen	35—40	17 VII	17	17,6	27,6	23,8	28,9	25,5	24,5	39,5
Beginn der Blüthe	50—55	2 VIII	16	46,8	56,6	55,1	57,6	54,0	52,7	80,7
Volle Blüthe	55—60	19 VIII	17	100,0	100,0	10,00	100,0	100,0	100,0	100,0

Bei diesem Versuche müssen wir uns daran erinnern, daß der Autor angiebt, der Klee sei 1858 bis Mitte Juli der Trockenheit wegen nicht gut gediehen. Wir sehen nun, daß in der Zeit ungenügenden Wachsthums in Folge ungünstiger Witterung ein Abweichen von dem bisher kennengelernten Verlaufe der Stoffaufnahme stattfindet, so daß diese gegenüber der Trockensubstanzproduction überwiegt. Verstärkt mag dies noch werden durch den Einfluß, welchen das Abschneiden ausübt, denn es ist durch mehrfache anderweite Versuche z. B. von Weiske, Wolff und Anderen festgestellt, daß man mehr Protein und damit wohl überhaupt mehr Pflanzennährstoffe von der Fläche erntet, wenn man die Zahl der Ernten beim Klee vermehrt. Es geht daraus hervor, daß eine, meist bisher allerdings überschätzte, Mehraufnahme von Stoffen in der ganz jungen Kleepflanze die Regel ist.

In der Folgezeit normalen Wachsthums finden wir aber wieder jenen bisher beim Klee kennen gelernten Parallelismus zwischen Trockensubstanzproduction und Nährstoffaufnahme.

Dies leitet uns hinüber zu dem Versuche I von Dietrich und zu denen von Wolff und von Wagner, deren Resultate, ebenfalls in Relativzahlen ausgedrückt, ich hier zunächst einschalte und von denen wir aus den Angaben der Autoren ersehen können, daß wir es bei denselben nicht mit einem gleichmäßigen, sondern zeitweise durch ungünstige Witterung, meist durch Trockenheit gestörten Wachsthum zu thun haben.

Charakteristik der Pflanze	Höhe in cm	Datum.	Zeitdauer der Periode Tage	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Versuch I von Dietrich.										
4—5 Blätter	7—8	19 IV	?	4,1	7,0	8,8	7,1	5,8	4,1	6,7
Stengel entstehen	16—20	8 V	19	17,9	30,0	31,5	25,0	30,3	33,5	27,4
Blüthenknospen	30—35	26 V	18	36,8	60,7	58,0	62,3	54,5	64,7	58,7
Beginn der Blüthe	35—40	5 VI	10	63,4	91,4	83,7	86,8	96,8	91,5	77,3
Volle Blüthe	50	12 VI	7	84,9	94,3	100,0	88,6	97,8	94,3	89,3
Blüthe beendet	"	30 VI	18	94,2	100,0	91,9	99,0	100,0	100,0	99,6
Samenreife	"	17 VII	18	100,0	100,0	90,2	100,0	99,8	100,0	100,0
Versuch von E. Wolff.										
Handhoch		2 V	?	10,4	14,2	23,3	13,4	14,0	11,6	25,1
Knospenbildung	2—3 F.	25 V	23	69,0	97,8	96,4	100,0	100,0	86,7	92,6
Volle Blüthe		15 VI	21	100,0	100,0	100,0	95,0	100,0	100,0	100,0
Versuch von Wagner.										
Vor der Blüthe		22 V	?	63,1	87,8	93,6				
Volle Blüthe		13 VI	22	88,7	87,8	98,4				
Ende der Blüthe		1 VII	18	100,0	100,0	100,0				

Wir wissen, daß das Wachsthum der Kleepflanze bei den zuerst betrachteten Versuchen nach Angabe ihrer Autoren durchaus normal verlief, und daß Dietrich von Versuch I klagt, die Pflanzen hätten sowohl im Vorjahre als im Jahre der Untersuchung durch Trockenheit gelitten und dadurch einen ungleichmäßigen Stand gehabt. Der Versuch von Wolff ist deshalb nicht normal, wie wir gesehen haben, weil in der ersten Periode eine Schädigung der Vegetation durch Trockenheit und in der dritten Periode ein sehr verlangsamtes Wachsthum, wahrscheinlich mit gleichzeitigen starken Substanzverlusten vorlag. Auch der Versuch von Wagner gestattet, wie wir weiter oben sahen, mancherlei Bedenken.

Vermuthungen über die vorliegenden Abweichungen des Verlaufes der Stoffaufnahme aufzustellen, die bestimmt wären dieselben noch specieller zu erklären, halte ich z. B. noch nicht für möglich, halte es aber für wahrscheinlich, daß auch für die vorliegenden Versuche manches von dem Bedeutung besitzen wird, was Hellriegel (Grundlagen des Ackerbaues, Braunschweig 1883, S. 622 ff.) über das Verhältniß von Trockensubstanzproduction und Wasserverdunstung anführte

(Steigerung der Wasserverdunstung — also vielleicht auch der relativen Stoffaufnahme — bei jeder Vegetationsstörung).

Unter diesen Verhältnissen, glaube ich, können wir nur annehmen, daß der Verlauf der Stoffaufnahme, wie wir ihn zuerst beim Rothklee kennen lernten, und wie er auch auf den beigefügten Curventafeln dargestellt wurde, als der normale anzusehen ist. Wenn aber der Verlauf der Stoffaufnahme einer Kulturpflanze in Beziehung steht zu ihren Ansprüchen an die Düngung, so kann dies natürlich nur gelten von einer der normal wachsenden Pflanze zukommenden Eigenthümlichkeit. Es lehrt uns nun aber die practische Erfahrung, daß der Klee wohl, wie alle Pflanzen, auf einem nährstoffreichen Boden besser gedeiht als auf einem entkräfteten armen Felde, daß er aber keinerlei specifische Düngerbedürfnisse besitzt und daß ihm der Landwirth daher nicht die Fähigkeit zuschreiben kann, directe Düngungen gut zu verwerthen.

Andererseits sehen wir aus unseren Curventafeln, daß bei der normal wachsenden Rothkleepflanze ein fast vollkommener Parallelismus zwischen Trockensubstanzproduction und Aufnahme aller wichtigen Nährstoffe besteht. Liegt es da nicht überaus nahe, das Eine aus dem Anderen abzuleiten und zu sagen, der Klee verlangt nur die Bodendüngung in dem oben dargelegten Sinne, d. h. er braucht keine directe Düngung mit leicht löslichen also schnell assimilirbaren Nährstoffen, weil er unter normalen Verhältnissen alle wichtigen Nährstoffe parallel der Trockensubstanzproduction aufnimmt? weil er also nicht dazu veranlagt ist eine plötzliche Mehraufnahme von Nährstoffen gleich schnell zu verarbeiten? Auch die Dankbarkeit des Rothklee für Anwendung indirect wirkender Düngemittel wie namentlich des Gipses, läßt sich z. B. wohl nur dadurch erklären, daß diese nicht als einseitige Nährstoffzufuhr, sondern durch Lösung aller oder der Mehrzahl der Nährstoffe des Bodens längere Zeit hindurch wirkt. Zum Ueberflusse will ich hier noch mit einschalten, daß ich auch die Schwefelsäureaufnahme beim Klee procentisch verfolgt habe und nicht im Stande gewesen bin, mir die Ueberzeugung zu verschaffen, daß der Klee zu irgend einer Zeit ein besonderes Schwefelsäurebedürfniß hätte. Dieser Anschauung entspricht es daher auch vollkommen, daß die practische Erfahrung längst gelehrt hat, daß die Gipsdüngung ihre größte Wirkung nur beim Anbau von Papilionaceen äußert, die, wie ich vorgreifend gleich hier einschalten will, sämmtlich einen Verlauf der Stoffaufnahme haben, der, wenn auch nicht ebenso, so doch ähnlich ist demjenigen, den wir soeben beim Rothklee kennen lernten. Diese Auffassung der Sachlage schließt es auch nicht aus, daß unter Umständen eine gesteigerte Aufnahme von Nährstoffen stattfinden kann, sie macht es aber wahrscheinlich, daß

dieselbe keinen wirthschaftlichen Nutzen im Gefolge hat, und daß wir also keine Veranlassung haben sie durch künstliche Düngemittel absichtlich herbeizuführen

Trockensubstanzgehalt von 100 Rothkleepflanzen (g) im ersten Vegetationsjahre.

Versuchsansteller.

Ungefähres Datum	Wildt L. J. B. V	Fittbogen L. J. B. V	Caplan L. J. B. VI	Hoffmeister L. J. B. VI	Mutschler L. J. B. VII	Hoffmeister L. J. B. VIII	Hoffmeister L. J. B. VIII	Mutschler L. J. B. VIII	Fittbogen L. J. B. VIII
10. Mai								0,50	
17. „								0,90	
24. „								2,10	
29. „								3,80	1,50
5. Juni	0,9							5,00	3,30
12. „	2,20			0,33		0,37	0,17	11,00	5,30
19. „	4,50	2.90		0,89		0,85	0,33	19,30	11,20
26. „	?	8,90		2,22		1,94	0,45	37,60	12,10
3. Juli	9,5	10,3	9,64	4,60		3,46	1,02	69,50	28,50
10. „	26,80	17,30	17,20	7,12	63,00	4,48	1,65	54,80	33,50
17. „	30,30	24,60	17,68	8,73	84,00	6,08	3,75	51,80	33,80
24. „	27,80	40,70	30,12	12,47	84,00	8,52	5,55	65,60	36,20
31. „	28,40	53,20	44,84	28,68	141,00	13,40	6,90	71,40	43,50
7. Aug.	36,60	53,70	63,92	41,90	239,00	16,35	8,76	65,40	52,70
14. „	61,80	54,40	81,92	46,00	279,00	46,25	24,00	86,30	59,20
21. „	83,90	57,20	82,84	75,66	492,00	66,30	26,80	217,20	61,20
28. „	84,90	72,70	85,32	78,54	468,00	76,80	34,60		76,20
4. Sept.	87,70	73,80	86,80		487,00	77,20	44,20		67,10
11. „		85,70	88,04		627,00		50,60		64,70
18. „		110,9(?)	86,28		633,00				
25. „		87,80	87,76						
2. Octb.			80,32						

Trockensubstanzgehalt von 100 Rothkleepflanzen in g.
Zweites Vegetationsjahr.

Versuchsansteller.

Ungefähres Datum.	Wildt L. J. V. VI	Wildt L. J. V. VI	Fittbogen L. J. V. VI	Brimmer L. J. V. VII	Brimmer L. J. V. VII	Hoffmeister L. J. V. VII	Mutschler L. J. V. VIII	Fittbogen L. J. V. VIII
8. Ap.	22,22	Zweiter Schnitt			Trockene Blätter vom vorigen Versuche		58,00	
15. „	24,10						60,00	
22. „	53,50						154,00	61,60
29. „	43,64		48,20			27,45	164,00	60,40
6. Mai	65,96		50,20	22,00		28,45	276,00	91,50
13. „	72,88		73,60	27,00		38,95	232,00	118,60
20. „	87,56		121,40	29,00		67,55	255,00	**203,50**[1]
27. „	122,04		135,10	54,00		90,61	286,00	277,20
3. Jn.	126,92		140,90	68,00		182,30	**352,00**[1]	329,70
10. „	148,12		**163,80**[1]	**143,00**[1]		358,00	356,00	353,00
17. „	**175,06**[1]		168,30	133,00	20,00	**364,00**[1]	310,00	362,70
24. „	198,64	48,52	187,00	189,00	15,55	356,00	261,00	
1. Jli	226,28	56,38	—	205,00	20,60	387,00	345,00	
8. „	172,52	81,32	258,70	213,00	22,10			
15. „	182,50	74,72	277,30	172,00	40,35			
22. „		154,24		180,00	19,16			
29. „		176,04						
5. Ag.		176,46						

Sonstige Kleearten.

Ueber den Verlauf der Stoffaufnahme bei anderen Kleearten liegen nur sehr spärliche Nachrichten vor. Man weiß ja aus zahlreichen Untersuchungen mit Sicherheit, daß die jungen Kleepflanzen erheblich reicher sind an werthvollen Nahrungsbestandtheilen, und könnte geneigt sein, daraus zu schließen, daß auch die Aufnahme von Pflanzennährstoffen in der Jugend stärker sei als in späterer Zeit. Dies geht aber deshalb nicht an, weil die absoluten Mengen der aufgenommenen und gebildeten Substanzen in der Jugend so sehr viel geringer sind als später. Ein Beispiel mag dies zeigen. Wir haben oben den Verlauf der Stoffaufnahme bei Versuch III (1859) und IV (1860) von Dietrich kennen gelernt und auf der Curventafel sowie der Tabelle gesehen, daß sich für denselben ein fast vollständiger Parallelismus zwi-

1) Beginn der Blüthe.

schen Stickstoffaufnahme und Trockensubstanzproduction ergab. Dies ist aber der Fall, trotzdem in 100 Thl. Trockensubstanz in den 8 resp. 6 Perioden der Versuche gefunden wurde % Stickstoff:

a = 5,004	b = 4,877	c = 4,106	d = 3,512	e = 3,013
„	„ 4,75	„	„ 4,10	„ 3,11
	f = 2,975	g = 3,154	h = 3,211	
	„ 2,95	„ 2,77	„ 2,76	

Eine bedeutendere Abnahme des Nährstoffgehaltes zeigt die Erntesubstanz wachsender Kleepflanzen auch bei anderen Versuchen, im Großen und Ganzen wenigstens, nicht.

Ohne daß wir den Verlauf der Trockensubstanzproduction kennen, dürfen wir also nicht aus der bekannten Thatsache des größeren Gehaltes junger Pflanzen an Thiernährstoffen und speciell an Stickstoff, folgern, daß wir bei anderen Kleearten einen Verlauf der Curven für die Stoffaufnahme erwarten müssen, der wesentlich von unseren Rothkleekurven abweicht. In der That sprechen die wenigen vorliegenden Untersuchungen anderer Kleearten auch meist dafür, daß die Gesetze der Stoffaufnahme, welche wir beim Rothklee fanden, auch für die übrigen kleeartigen Gewächse Gültigkeit haben. Dieselben zeigen uns in der jungen Pflanze ein kurze Zeit dauerndes aber absolut unbedeutendes Ueberwiegen der Stoffaufnahme und dann einen gleichen Verlauf von Stoffaufnahme und Production organischer Substanz.

Zu verwundern würde es indessen trotzdem nicht sein, wenn sich bei weiteren Untersuchungen herausstellen sollte, daß die einjährigen Kleearten, wie die in den nachfolgenden Arbeiten untersuchten, ein in der Jugend stärker hervortretendes Ueberwiegen der Stoffaufnahme zeigen sollten als die mehrjährigen.

Versuche liegen vor von Weiske[1]), welcher Incarnatklee (Trifolium incarnatum L.) in wöchentlichen Pausen erntete und darin Trockensubstanz, Asche, Stickstoff und Phosphor bestimmte und außerdem die volle Futtermittelanalyse ausführte, deren Ergebnisse uns aber an dieser Stelle nicht weiter berühren. Leider zeigt uns ein Blick auf die Curventafel des Incarnatklee, daß die Probenahme wohl nicht ganz fehlerfrei gewesen sein muß, anders kann ich mir den Zickzackverlauf der einzelnen Curven wenigstens nicht recht erklären. Trotz alledem ist eine Aehnlichkeit zwischen diesem und den Rothkleecurven unverkennbar. Die Aufnahme der Mineralstoffe verläuft in ganz gleicher Weise wie die Trockensubstanzproduction (wenn wir absehen von den sonderbaren Sprüngen, welche sich die Curve der Phosphorsäure am 21. oder 28.

1) Landw. Jahrb. VIII, S. 833.

Juni und am 5. Juli erlaubt). Die Stickstoffaufnahme scheint in der Jugend der Pflanze, bis zum 7. Juni, bedeutender zu sein als die Trockensubstanzproduction und verläuft später der letzteren parallel.

Die zweite hier zu erwähnende Arbeit ist die Untersuchung der Serradella von Fittbogen (Landw. Jahrb. III, 160).

In dieser unterzog der Verfasser die Serradella in drei verschiedenen Stadien der Entwicklung, a) zum Beginn der Blüthe, b) zur Zeit der vollen Blüthe und c) beim Schluß der Blüthezeit einer eingehenden Untersuchung.

Es ist zu bedauern, daß nicht schon einige Wochen früher die erste Probenahme stattfand; die erhaltenen Resultate lassen aber doch annehmen, daß der Verlauf der Stoffaufnahme und sein Verhältniß zur Trockensubstanzproduction bei der Serradella ebenso ist wie beim Rothklee. Es können uns daher diese beiden Untersuchungen anderer Kleearten nur darin bestärken, daß wir glauben, bei der Darstellung der von uns für normal gehaltenen Rothkleecurven das Richtige getroffen haben.

Incarnatklee und Serradella, Stoffaufnahme in Relativzahlen.

Charakteristik der Pflanzen	Datum.	Dauer der Periode Tage	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
					Incarnatklee nach Weiske.				
	24. Mai	25	5,7	6,9	10,3	—	—	—	7,3
	31. „	7	8,5	9,4	15,4	—	—	—	9,2
	7. Juni	7	18,2	20,0	29,5	—	—	—	22,0
Einige Pflanzen beginnen zu blühen . .	14. „	7	20,0	17,3	29,5	—	—	—	17,4
	21. „	7	41,9	37,4	51,2	—	—	—	44,1
Volle Blüthe . . .	28. „	7	45,3	39,7	57,6	—	—	—	34,9
	5. Juli	7	75,8	70,8	83,3	—	—	—	94,6
Blüthe geht zu Ende	12. „	7	78,9	77,0	87,1	—	—	—	72,5
	19. „	7	89,8	100,0	100,0	—	—	—	79,0
	26. „	7	100,0	84,1	86,0	—	—	—	100,0
					Serradella nach Fittbogen.				
Beginn der Blüthe .	18. Juli	58	14,4	18,0	14,5	20,9	17,4	15,3	18,1
Volle Blüthe . . .	7. Aug.	20	24,6	25,7	20,5	28,9	28,4	25,5	27,7
Ende der Blüthe . .	3. Sept.	27	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100 0

Ein in etwas anderes Bild erhalten wir durch eine Untersuchung, welche Wolff mit dreijähriger Luzerne vornahm. Betreffs des Wachsthums gilt dasselbe wie von dem gleichzeitig untersuchten Rothklee, wonach die Pflanzen bis Anfangs Mai an Trockenheit litten und dann

sehr üppig gediehen. Es wurden am 17. April, am 25. Mai und am 15. Juni Untersuchungen des ersten Schnittes ausgeführt, bei der Entnahme der letzten Proben aber das Erntegewicht nicht ermittelt. Setzen wir also den Ertrag vom 25. Mai gleich 100, so erhalten wir folgende %-Verhältnisse:

	Trockensubstanz	Organ. Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Am 17. April	23,4	23,8	19,0	31,4	19,6	16,0	23,5	48,8
Am 25. Mai	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Auffällig erscheint, daß wie bei den gleichzeitig ausgeführten Rothkleeuntersuchungen die Aufnahme von Phosphorsäure in der Periode der Trockenheit relativ sehr stark war und daß die Stickstoffaufnahme ebenfalls stärker ist als wir es weiter oben für wahrscheinlich normal bei den Kleearten hinstellten. Die wahrscheinliche Erklärung hierfür haben wir bereits kennen gelernt, sie wird wohl in dem ungleichmäßigen Wachsthum, sowie in einer anfangs stattgehabten Entleerung der Wurzeln zu finden sein.

Bei einem, dem früher besprochenen Rothkleeversuche von Wagner ähnlichen Versuche, welchen derselbe Forscher gemeinsam mit dem Gutsbesitzer Dettweiler über die Luzerne ausführte, wurde in ebenfalls nur 2 mit einander vergleichbaren Ernten am 31. Mai in % der Ernte vom 30. Juni gewonnen:

68,2 % der Trockensubstanz
67,8 „ „ Organischen Substanz
76,8 „ „ Asche
89,1 „ des Stickstoffs.

Es ist dies also ein dem von Wolff erhaltenen sehr ähnliches Resultat. Es wäre hiernach sehr zu wünschen, daß auch betreffs der Luzerne neue Versuche vorgenommen würden, die unter Mitberücksichtigung der Wurzeln uns nähere Auskunft über die Verhältnisse der Stoffaufnahme dieser Pflanze schafften.

Es erübrigt nun noch die Frage wenigstens kurz zu berühren, ob nicht dasjenige, was wir über den Verlauf der Stoffaufnahme der Kleearten kennen gelernt haben, etwa dadurch bedeutende Modificationen erleiden muß, daß wir uns bei unseren Betrachtungen bisher fast lediglich an die oberirdischen Pflanzentheile gehalten haben, da doch

gerade die Kleearten ein außerordentlich stark entwickeltes Wurzelsystem besitzen. Sollte in diesem die Anhäufung von Nährstoffen etwa ganz anders verlaufen als in den oberirdischen Theilen, so würden wir allerdings kein Recht haben, den bisher geschilderten Curvenverlauf als Ursache der eigenartigen Düngungsansprüche dieser Pflanzen hinzustellen. Auf Grund der bisher vorliegenden Arbeiten läßt sich leider mit Bestimmtheit nur sagen, daß unsere Kenntniß auf diesem Gebiete noch eine äußerst lückenhafte ist. Es sind bei mehreren Untersuchungen über den Trockensubstanzgehalt der einjährigen Kleepflanzen auch Bestimmungen der Wurzeltrockensubstanz vorgenommen worden und sehen wir hierbei die letztere sich relativ ungefähr so vermehren wie die oberirdische Trockensubstanz. Auch der procentische Gehalt an Nährstoffen der Wurzel, wie ihn Weiske beim Incarnatklee festgestellt hat, zeigt einen ähnlichen Verlauf wie der der oberirdischen Substanz. Beim Rothklee im zweiten Vegetationsjahre hat sich nur Heiden daran gewagt festzustellen, wie es sich mit der allmäligen Vermehrung der Wurzelmenge und ihres Nährstoffgehaltes verhält. Wir haben weiter oben bereits gesehen, daß seine Proben unglücklicherweise nicht so gut vergleichbar sind wie es wünschenswerth wäre, trotzdem ist es lehrreich, sich zu vergegenwärtigen, daß er in Pfund pro 1 Acker z. B. fand:

Bei einem Pflanzenbestande pro 5 □Fuß von	Datum.	Organ. Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
146 Pflanzen	13. Mai	1266,3	106,0	49,7	18,4	14,4	11,5	7,2
111 Pflanzen	15. Juli	2773,1	184,0	98,8	19,5	30,7	9,9	24,0

Das kann man aus diesen Zahlen jedenfalls unbedenklich schließen, daß die Kleewurzeln in Heidens Versuche weit davon entfernt waren gegen Ende der Vegetation ihren Nährstoffgehalt an die oberirdischen Pflanzentheile abgegeben zu haben. Sie vermehrten denselben im Gegentheil bedeutend, also bildet ihr Verhalten in dieser Hinsicht einen directen Gegensatz zu dem der Getreidewurzeln.

Ferner erinnere ich an die allgemein bekannte Thatsache, daß die Kleearten ja wesentlich auch deshalb als Vorfrüchte so geschätzt werden, weil sie in ihren Wurzelrückständen eine so bedeutende Menge von Pflanzennährstoffen in leicht zersetzlicher Form im Boden zurücklassen.

Ich will hier nicht speciell auf die immerhin schon recht bedeutende Zahl von Untersuchungen eingehen, welche das Beweismaterial

für die Richtigkeit dieser Anschauung beigebracht haben, sondern verweise denjenigen der sich rasch einen Ueberblick darüber verschaffen will auf Heiden Düngerlehre II, S. 877 ff. Nun frage ich aber: können wir angesichts dieser Thatsachen glauben, daß in der ersten Zeit der Kleevegetation so bedeutende Nährstoffmengen in den Wurzeln aufgespeichert und später wieder verbraucht werden, daß unter normalen Verhältnissen der Charakter unserer Curven eine Aenderung erführe? Nimmermehr. Es ist ja wohl denkbar, daß sich die einjährigen und mehrjährigen Kleearten hierin verschieden verhalten, von den letzteren aber anzunehmen, daß ihre Wurzeln, die ja doch zur Zeit der Samenreife nicht absterben, sich etwa zu dieser Zeit so bedeutend entleerten, wie wir dies bei den Wurzeln des Getreides kennen gelernt haben, dazu fehlt es bisher vollständig an Veranlassung. Eben so wenig haben wir Grund zu der Annahme, daß bestimmte Organe der Wurzeln, die Knöllchen der Leguminosen, practisch in Betracht kommen könnten als Reservestoffbehälter für die Zeit der Samenbildung, dies werde ich weiter unten bei Erbsen und Bohnen noch näher zu erörtern haben. Die absterbenden Kleewurzeln entleeren sich sicherlich ebenso wie alle andern absterbenden Pflanzentheile dies auch thun. Deshalb dürfen wir mit einigem Grunde annehmen, daß die Wurzeln und andere älteren Pflanzentheile zu Zeiten ungünstiger Wachsthumsbedingungen zu Gunsten der jungen wachsenden Sprosse zu Grunde gehen und entleert werden, daß sie also in Zeiten der Noth die Function von Nährstoffmagazinen erfüllen. Deshalb können wir auch wohl ein verschiedenes Verhalten einjähriger und mehrjähriger Kleearten für leicht möglich ansehen, was aber bisher noch experimentell nicht nachgewiesen ist. Bei den mehrjährigen und landwirthschaftlich wichtigsten Kleearten aber anzunehmen, daß ein zeitweises Auffspeichern und Entleeren einigermaßen erheblicher Nährstoffmengen zu den normalen Functionen der Wurzeln gehören, dazu fehlt es bis jetzt völlig an Grund. Ich glaube daher nicht, daß deshalb an der Gültigkeit unserer Curven gezweifelt werden kann.

Hülsenfrüchte.

Lupine.

Folgende Arbeiten liegen über den Verlauf der Stoffaufnahme bei der Lupine vor.

1. Ein Versuch, welchen Stöckhardt mit rothen Lupinen (Lupinus hirsutus) anstellte[1]).

1) Chem. Ackersmann 1861. S. 50.

Es ist dieser Versuch in sofern als verunglückt anzusehen, als die Versuchspflanzen nur eine überaus dürftige Vegetation aufweisen, denn sie producirten an Trockensubstanz nur circa das 7fache und enthielten an Stickstoff nur ca. das 3fache von dem, was im Saatgute enthalten war. Wahrscheinlich hat es ihnen an Nährstoffen gefehlt, oder an den Mikroorganismen, deren Anwesenheit nach Hellriegel's schönen Arbeiten Bedingung für die Vegetation der Lupine in stickstofffreiem Sande ist.

2. Die gelbe Lupine, Lupinus luteus, wurde in 4 Vegetationsstadien von Wein untersucht[1]), auch er klagt aber über ungleiches Wachsthum seiner Versuchspflanzen, denen die Düngung mit Calciumcarbonat, Kaliumsulfat, Chilisalpeter und Knochenmehl vielleicht etwas zu viel gewesen sein mag. Außerdem vermisse ich die Angabe über die Zahl der jedesmal geernteten Pflanzen, sowie eine nähere Charakteristik der Vegetationsstadien, namentlich des 3ten und 4ten derselben. Es scheint wahrscheinlich, daß das 3te vor der in der Praxis üblichen Erntezeit resp. vor dem Ende der Stoffaufnahme liegt, während die 4te und letzte Ernte entnommen wurde, nachdem in abfallenden Blättern sowie überreifen und unvollkommen gebliebenen Schoten ein erheblicher Theil der aufgenommenen Nährstoffe wieder verloren gegangen war. Sollte dies aber richtig sein, dann würde der Verlauf der Stoffaufnahme in der ersten Hälfte der Vegetation zu hoch, in der 2ten zu niedrig angegeben sein.

3. Die Uebelstände der beiden erstgenannten Arbeiten sind glücklich vermieden worden bei den Versuchen von Baeßler[2]), welcher von 2 Feldern mit humosem Sandboden resp. leichtem Sandboden in je 4 verschiedenen Vegetationsstadien gelbe Lupinen einsammelte und untersuchte.

Nur eins seiner Resultate, nämlich der Stickstoffgehalt der ersten Ernte vom leichten Sandboden will mir etwas unwahrscheinlich vorkommen, denn derselbe berechnet sich zum Beginn der Blüthe, am 19. August zu 3,04 g in 10 Pflanzen, während er am 3. September 2,737 g in 10 Pflanzen beträgt. Eine solche Abnahme zur Zeit der Blüthe kommt sonst nirgend bei Lupinen oder anderen Leguminosen vor und nehme ich daher in der Folge an, daß der ersteren der beiden Zahlen ein Irrthum zu Grunde liegt. Der Aschen-Gehalt ist in Baeßlers Arbeit auch mit angegeben, läßt sich aber nur zur Berechnung der producirten organischen Substanz verwenden, denn es ist Rohasche mit offenbar sehr wechselnden Mengen anhaftenden Sandes von den Wurzeln, so daß der Verlauf der Aufnahme von Aschenbestandtheilen schwerlich parallel verläuft dem gefundenen Aschengehalte.

1) Vers.-Stat. XXVI. S. 191.

2) Wochenschrift der Pommerschen Oekonomischen Ges. 1887 No. 10.

Unter diesen Verhältnissen dürfte es das Beste sein von Baeßler's Arbeiten auszugehen und die anderen beiden damit zu vergleichen. Im Mittel (vergl. Tabelle über die Stoffaufnahme der Lupine) finden wir bei Bäßler's Versuchen folgendes Verhältniß zwischen producirter organischer Substanz und Stoffaufnahme, wenn wir die Relativzahlen unserer Tabelle zu Grunde legen:

	Organische Substanz	Stickstoff	Kali	Phosphorsäure
Vom Aufgange bis zur Blüthe des Hauptstengels	100,0	110,9	138,2	107,6
Vom 19. Aug. bis 3. Sept. . . .	100,0	93,7	105,0	81,2
Vom 3 bis 14. Sept.	100,0	97,8	101,5	86,9
Vom 14. Sept bis zur Reife am 24. September	100,0	94,0	62,8	106,8

Wir erkennen in diesen Zahlen leicht ein nur wenig gesteigertes Nährstoffbedürfniß in der Jugend, welches nennenswerthe Stärke nur in der Rubrik des Kali aufweist; die geringe Steigerung, welche die erste Periode bei Stickstoff und Phosphorsäure erkennen läßt, verliert dagegen ihre Bedeutung, wenn wir daran denken, daß die betreffende Periode eine bedeutende Länge von cca. 3 Monaten besitzt und daß an ihrem Schlusse doch erst ungefähr 1/3 der überhaupt producirten organischen Substanz vorhanden war. Außerdem wäre darauf aufmerksam zu machen, daß zu der unbedeutenden Steigerung des Phosphorsäure-Bedarfes in der Jugend ein ebensolcher in der letzten Zeit der Vegetation tritt, wie wir ihn mehr oder weniger stark auch bei andern Leguminosen kennen lernen werden. Der Versuch von Wein, dessen Resultate von mir zu der graphischen Darstellung im Kalender von Mentzel u. v. Lengerke 1887 II S. 36 benutzt wurde, zeigt ebenfalls eine ganz allmälig verlaufende Stoffaufnahme, welche bis zur Blüthezeit etwas stärker ist als die Production organischer Substanz. Die Stickstoffcurve verläuft hier noch etwas steiler als bei Baeßler, und zeigt sich, daß wir uns ihr Ansteigen in der ersten Hälfte dieser Periode stärker zu denken haben als in der zweiten. Bei Betrachtung der Resultate Wein's ist aber an das oben darüber Gesagte zu denken, wonach die Stoffaufnahme anfänglich wohl etwas zu bedeutend erscheinen dürfte. Die Wurzeln der Lupinen scheinen nach allen vorliegenden Versuchen einige Bedeutung als Speicher für Stickstoffverbindungen in der Jugend zu besitzen, diese Wirkung derselben ist aber bei der Lupine durchaus nicht etwa größer als bei dem Getreide. Von größter Wichtigkeit für die Düngung der Lupine scheint nach diesen Resultaten (über Kalk und Magnesia wissen wir noch nichts) die Kali-

zufuhr zu sein, an zweiter Linie käme die Düngung mit Phosphaten in Frage und würden unter diesen die langsamer löslichen, wie Thomasschlacke, den Vorzug verdienen, weil sie bei geringerem Preise ebenso geeignet erscheinen auch im Spätsommer noch zu wirken, als die kostspieligeren Superphosphate. Ueber die Stickstoffdüngung sei hier nur gesagt, daß dieselbe erst an letzter Stelle stehen würde und daß dem Curvencharakter nach nur Düngemittel wie Knochenmehl und ähnliche in Frage kommen würden. Die Rolle der Stickstoffdüngung für Leguminosen werden wir aber erst weiter unten zu behandeln haben und werden dann sehen, daß dieselbe auf eigentlichen Lupinenböden überhaupt nicht in Frage kommen kann. Daß vor allen Dingen an die Kalisalze und an zweiter Stelle an die Phosphorsäure bei der Düngung der Lupinen gedacht werden muß, steht aber wiederum in vollster Harmonie mit den practischen Erfahrungen beim Lupinenbau.

Lupine. Stoffaufnahme in % der Maximalmenge.

	Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Phosphorsäure
Versuch von Stöckhardt.								
Saatgut	Anfang Juni	Nach der Aussaat	16,4	17 3	6,2	35,0		
5–6 Zoll hoch	5. Juli	4 Wochen	16,7	16,5	18,7	31,0		
12 Zoll hoch, Knospen	3. Aug.	29	37,6	37,5	40,2	44,4		
Untere Schoten halbreif	23. Sept.	51	100,0	100,0	100,0	100,0		
Versuch von Wein.								
a. Ganze Pflanze.								
Vor der Blüthe	1. Juli	46	14,0	13,3	21,9	21,1		19,2
Beginn der Blüthe	22. „	21	29,4	28,5	38,1	41,0		38,8
Schoten-Ansatz	24. Aug.	33	99,1	95,2	100,0	100,0		100,0
Reife	24. Sept.	31	100,0	100 0	86,6	94,8		77,8
b. Oberirdische Pflanze.								
Vor der Blüthe	1. Juli	46	13,0	12,2	21,0	18,9		15,7
Beginn der Blüthe	22. „	21	27,9	27,0	36,5	39,1		34,5
Schoten-Ansatz	24. Aug.	33	98,2	97,0	100,0	100,0		100,0
Reife	24. Sept.	31	100,0	100,0	84,4	95		78,2

	Datum	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Phosphorsäure
Versuche von Baeßler.								
a. Humoser Sandboden. (Ganze Pflanze).								
Hauptstengel blüht	19 Aug.	?	30,4	29,4		32,6	42,1	27,7
„ setzt Schoten an	3. Sept.	15	37,2	36,5		39,4	50,0	37,3
Nebenstengel blühen	14. „	11	57,1	57,4		58,6	62,1	53,8
Hauptstengel hat reife Schoten	24. „	10	100,0	100,0		100,0	100,0	100,0
b. Leichter Sandboden. (Ganze Pflanze).								
Hauptstengel blüht	19. Aug.	?	40,1	38,6		(56 6)	52,0	45,5
„ setzt Schoten an	3. Sept	15	49,0	48,7		51,0	60,8	49,0
Nebenstengel blühen	14. „	11	73,0	72,3		75,2	93,8	71,0
Hauptstengel hat reife Schoten	24. „	10	100,0	100,0		100,0	100,0	100,0
c. Mittel der beiden Versuche von Baeßler.								
Hauptstengel blüht	19. Aug.	?	35,2	34,0		Anm. 1)	47,0	36,6
„ setzt Schoten an	. Sept.	15	43,1	42,6		45,2	55,4	43,1
Nebenstengel blühen	14. „	11	65,0	64,8		66,9	77,9	62,4
Hauptstengel hat reife Schoten	24. „	10	100,0	100,0		100,0	100,0	100,0

Wicke.

Eine der ältesten Untersuchungen, welche sich zur Aufgabe gestellt hatte, den zeitlichen Verlauf des Wachsthums einer Culturpflanze zu verfolgen, beschäftigte sich mit der Wicke und wurde ausgeführt 1845 von Schleiden und E. E. Schmid[2]). Für unsere Zwecke sind jedoch der Arbeit nur die Angaben über die organische Substanz und den Stickstoff zu entnehmen, denn die Autoren interessirten sich mehr für die Bildung der Kohlenstoffverbindungen durch die Pflanze als für die Nährstoffaufnahme. Zwar wurde auch die quantitative Bestimmung der Asche regelmäßig mit ausgeführt, aber unsere eigenen Versuche haben uns zur Genüge gezeigt, daß mit den Resultaten der einfachen Bestimmung der Rohasche, wenn auch die überaus erdereichen Wurzeln mit in die Untersuchung hineingezogen wurden, nichts zu erreichen ist.

In % der Maximalmengen ausgedrückt, erhalten wir folgenden Verlauf der Production organischer Substanz und Stickstoff-Aufnahme:

1) Bei Annahme desselben Verhältnisses zwischen Organ. Subst. und Stickstoff wie in Versuch a würde hier die Zahl 37,7 einzusetzen sein.

2) Poggendorfs Annalen Bd. 71 S. 138. Ausführlicher noch im 3ten Programm des physiologischen Institutes zu Jena.

	Organ. Subst.	Stickstoff
Saatgut	2,2	3,1
Am 2. Juni, 18 Tage nach der Aussaat	1,5	2,9
„ 12. Juli, Beginn der Blüthe . .	40,0	50,3 [1])
„ 6. August halbreife Schoten . . .	70,0	65,3
„ 3. September Reife	100,0	100,0

Hieraus können wir für die Wicke auf einen ungefähr parallelen Verlauf der Curve der organischen Substanz und des Stickstoffs schließen.

Ritthausen [2]) untersuchte die Wicke in 2 Jahren, 1854 und 1855. Obwohl es ihm an erster Linie darauf ankam, die Zusammensetzung der Wicke als Futterpflanze in verschiedenen Vegetationsstadien zu untersuchen, so bestimmte er doch auch im ersteren Jahre die von 15 Pflanzen, im zweiten Jahre die pro 1 □Ruthe producirte Erntesubstanz.

Da von den Wicken des 2ten Jahres auch Aschenanalysen ausgeführt wurden, so liegt für dieses das Material vor, um daraus auch die Menge der auf der Flächeneinheit geernteteten Aschenbestandtheile zu berechnen. Es sind aber die zur Untersuchung und zur Wägung der Gesammt-Ernte benutzten Proben nicht identisch und passen die Resultate daher nicht ganz zu einander. So berechnet sich z. B. die Menge der Rohasche bei der Reife wie folgt:

Geerntet wurde pro 1 Morgen 14040 ℔ mit 1,5 % Asche = 210,6 ℔ Rohasche, die untersuchte Trockensubstanz enthielt 9,3 % von Kohlensäure und Sand freie Reinasche; die Ernte pro Morgen berechnet sich zu 2204 ℔ Trockensubstanz und dies ergiebt eine Ernte von 249 ℔ Reinasche d. h. die Rechnung ergiebt cca. $^1/_5$ mehr Reinasche als Rohasche. Bei der 2ten Ernte finden wir ganz dasselbe Verhältniß und bei der ersten Ernte die gleiche Menge Rohasche und Reinasche. Maaßgebende Zahlen kann man also durch Verknüpfung beider Resultate nicht erwarten, es hat auch offenbar gar nicht in der Absicht R.'s gelegen, seine Zahlen in dieser Weise zu verwerthen. Als ungefähren Anhalt gebe ich aber trotzdem die folgenden aus R.'s Untersuchungen berechneten Relativzahlen (% vom Maximalgehalte)

	Datum	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Datum	Organische Substanz	Asche	Stickstoff
	Versuch vom Jahre 1854				Versuch vom Jahre 1855			
Vor der Blüthe .	12 Juni	23,7	32,4	30,1	9. Juli	56,9	57,1	61,5
Blühend . . .	23 Juni	47,4	67,3	50,0	25. Juli	100,0	100,0	79,1
Reif	12. Juli	100,0	100,0	100,0	6. Aug.	98,0	83,8	100,0

1) Die Angabe des Stickstoffs wurde hier von mir berechnet unter der Annahme, daß die Wurzeln ebensoviel Stickstoff enthielten als der Stengel; die Zahl ist also etwas zu hoch.

2) Mittheilungen aus Waldau Heft I (1859) S. 80.

Aus diesen Angaben gewinnt man den Eindruck als verliefe die Substanzproduction und Stoffaufnahme ungefähr ebenso wie bei der Lupine. Will man auch trotz der oben geäußerten Bedenken die Stoffaufnahme im Einzelnen mit der Substanzproduction vergleichen, so kommt man zu dem Resultate, daß bei dem Versuche von 1855 bis zum 9. Juli ein ungefährer Parallelismus zwischen allen Curven stattfindet, der sich mit Ausnahme der Curve für Stickstoff und Kalk auch weiterhin verfolgen läßt, während die Mengen der genannten beiden Stoffe sich noch vermehren in der Zeit, in welcher alle andern sich verringern. Aber, wie schon gesagt, scheinen mir diese Vergleiche nicht beweiskräftig. Die Aehnlichkeit derselben mit dem von Schleiden und E. E. Schmid erhaltenen Resultaten spricht aber für ihre ungefähre Richtigkeit. Dieselbe Aufgabe, den Futterwerth der Wicke zu verschiedenen Zeiten festzustellen, stellte sich auch Pott (Vers.-Stat. 25 S. 57). Die chemische Untersuchung der geernteten Pflanzen beschäftigt sich eingehend mit der Zusammensetzung der einzelnen Organe derselben, die Probenahme muß aber wohl an recht bedeutenden Mängeln gelitten haben, so daß die erhaltenen Resultate für unsere Zwecke nicht verwendbar erscheinen. Daß dasselbe auch von der gleichzeitig von Pott ausgeführten Untersuchung der Vicia Faba gilt, sei hier gleich mit bemerkt.

Erbsen.

Noch lückenhafter als von der Stoffaufnahme der Wicken ist unsere Kenntniß von der der Erbsen. Die Versuche Stöckhardt's hierüber [1]) sind total mißglückt, weil die Pflanzen, bei Anfangs sehr üppigem Wuchse, unten abfaulten. Um die Folge hiervon zu illustriren, genügt es wohl, darauf aufmerksam zu machen, daß die Trockensubstanz der reifen Schoten von je 50 Pflanzen ein Gewicht von 8,9 bis 16,9 gr besaß, daß sie also kaum soviel wie die des Saatgutes gewogen haben wird. Dann untersuchte Wolff [2]) die Kapuziner-Erbse, bestimmte aber nur deren Gehalt an Trockensubstanz und Asche in 4 Vegetationsstadien, ohne irgendwie in eine Erörterung der Art des Wachsthums oder der erhaltenen Zahlen einzugehen. Die Ergebnisse der Untersuchung, umgerechnet in % des Maximalgehaltes sind folgende:

	Knospenbildung 15. Juni	Volle Blüthe 5. Juli	Schotenbildung 4. Aug.	Reife 27. Aug.
Organische Substanz .	8,9	34,1	80,7	100,0
Asche	13,7	60,0	100,0	70,0

Die starke Abnahme der Asche, bei gleichzeitiger erheblicher Zunahme

1) Tharander Jahrbuch N. F. 3 S. 296.

2) Die Erschöpfung des Bodens durch die Kultur S. 49.

der organischen Substanz ist auffallend, läßt sich aber bei dem Fehlen jeder Angabe darüber seitens des Autors nicht erklären.

Aus den bisherigen Auseinandersetzungen geht hervor, daß die Hülsenfrüchte diejenige Gruppe der Kulturgewächse bilden, deren Ernährungs-Verlauf bisher am wenigsten studirt worden ist, trotzdem gerade ihre Düngungsansprüche in den letzten Jahren wohl am meisten von sich reden gemacht haben. Um auch durch eigene Untersuchungen die uns hier beschäftigenden Fragen mit beantworten zu helfen, wurden deshalb Vegetationsversuche mit Erbsen und Bohnen in's Werk gesetzt.

Es schien wünschenswerth, nach dem was wir bei Gerste und Hafer über den Einfluß der Sortenverschiedenheit kennen gelernt haben, von jeder dieser Pflanzen eine Sorte mit längerer und eine mit kürzerer Vegetationsdauer zu wählen und wurden deshalb die Versuche ausgeführt: einerseits mit der spätreifenden, rankenden Victoria Erbse, sowie mit der frühreifen niedrigen Buchsbaum-Erbse; andererseits aber mit der frühreifen großsamigen Erfurter Puffbohne und mit der spätreiferen kleinsamigen Acker-Bohne. Dann erschien es wünschenswerth, eine Verschiedenheit in der Düngung vorzunehmen, aber um die Arbeit nicht zu weit auszudehnen, wurde beschlossen, nur einen Versuch in dieser Hinsicht vorzunehmen und wurde deshalb zu den 4 gleichmäßig mit Stickstoff und Phosphorsäure zu düngenden Versuchsreihen eine fünfte ohne Stickstoffdüngung hinzugefügt und hierfür als Pflanze die Victoria-Erbse benutzt. Um auch die Wurzeln quantitativ sammeln zu können, wurde beschlossen, alle Pflanzen in eingegrabenen Blumentöpfen zu ziehen, deren Bodenöffnung mit Cement geschlossen werden mußte, um ein Durchwachsen der Wurzeln zu verhindern. Die Erde zu den Versuchen wurde im zeitigen Frühjahr angefahren, sie stammt aus einem Garten auf der „Insel" bei Jena, weil der Boden des landwirthschaftlich botanischen Gartens zu schwer erschien. Seiner Entstehung nach ist der benutzte Boden als jüngstes Alluvium zu bezeichnen; es ist ein humusreiches Gemisch von kalkreichem Schwemmlande und angefahrenem Schutt, Asche etc. Eine Probe von dem gründlichst gemischten und durch Sieben von Steinen befreiten Boden ergab bei der mechanischen Analyse mit dem Schöne'schen Schlämmapparate folgendes Resultat:

Grand über 2 mm Dm.		2,88 %
Sand 2—1 mm Dm.		1,24 „
„ 1—0,5 „ „		3,38 „
„ 0,5—0,2 „ „		15,35 „
„ 0,2—0,1 „ „		4,56 „
„ 0,1—0,05 „ „		11,24 „
Staub 0,05—0,01 „ „		25,37 „
Feinstes unter 0,01 „ „	Differenz =	35,98 „

Oder nach Hauptgruppen geordnet:

Grand über 2 mm Dm.		2,88 %
Sand 0,05—2,0 mm	„	35,77 „
Thonhaltige Theile unter 0,05 mm	„	61,35 „

Die gröberen Theile enthielten vorwiegend Muschelkalkfragmente und Schlackentheilchen neben Quarzsand (aus dem Buntsandstein?). Der Boden neigte sehr zum Zusammenschlämmen und zur Krusten-Bildung, war aber durch seinen Humus-Reichthum ziemlich mürbe. Die zu dem Versuche benutzten Blumentöpfe haben eine Höhe von cca. 17 cm bei einer oberen Weite im Lichten von cca. 17—18 cm und fassen ungefähr 2,5 (bis 2,75) kg lufttrockenen Boden. Nach dem Einfüllen des Bodens wurden die Töpfe bis zum Rande an einer sonnigen Stelle des Gartens eingegraben und erhielten sämmtlich eine Düngung von je 1,5 gr Superphosphat, in welchem 17,28 % wasserlösliche Phosphorsäure gefunden war, woraus sich die Stärke der Düngung pro Topf auf 0,2592 g P_2O_5 berechnet. 300 Töpfe erhielten außerdem als erste Gabe je 5 cbcm einer Chili-Salpeter-Lösung, in welcher nach einer ausgeführten Analyse 0,07051 g Stickstoff enthalten war, 80 weitere Töpfe bekamen die letztere Düngung nicht. Am 22 April 1887 wurden die Erbsen (pro Topf 6 Samen) und am 3. Mai die Bohnen (pro Topf 3 Samen) gesteckt und stellte der Versuch nun folgende Versuchsreihen dar:

1) Victoria-Erbsen ohne Chilisalpeter, 80 Töpfe in 16 Reihen à 5 Töpfe
2) Victoria-Erbsen mit Chili-Salpeter 80 Töpfe in 16 Reihen à 5.
3) Buchsbaumerbsen 60 Töpfe in 12 Reihen à 5.
4) Kleine Acker-Bohnen 80 Töpfe in 16 Reihen à 5.
5) Große Erfurter Puffbohnen 80 Töpfe in 16 Reihen à 5.

Rauhe Witterung verlangsamte den Aufgang, so daß die Erbsen erst am 2ten bis 6ten Mai, die Bohnen am 14ten bis 20ten Mai aufgingen.

Mitte Mai wurden sämmtliche Töpfe durch andauernden starken Regen derart getroffen, daß in ihnen das Wasser den Boden völlig bedeckte und sich nur so langsam wieder verzog, daß ein Verderben der Pflanzen zu befürchten stand. Dies trat glücklicher Weise nicht ein, dagegen konnten auf diese Weise die zahlreich vorhandenen Graurüßler (Sitones Lineatus L.) aus dem Wasser geschöpft und vernichtet werden, außerdem wurde dadurch die erste Erbsenernte erleichtert, indem es möglich wurde, ohne Verlust an Wurzeln, die Erbsenpflanzen bis auf 4 in jedem Topfe zurückbleibende aus dem Schlamme herauszuziehen und so reichlich Material für die Untersuchung der ersten Ernte am 18ten Mai zu sammeln. Bei allen folgenden Ernten wurde das Material in der Weise gewonnen, daß die ganzen Töpfe, mit Erde und

Pflanzen, in Wasserkübel gestellt und dann die Erde vorsichtig abgespült wurde, worauf ein sorgfältiges Abwaschen der Wurzeln mit Hülfe von Pinseln ausgeführt wurde.

In der Folgezeit war den ganzen Sommer hindurch die Witterung dem Wachsthum der Versuchspflanzen nicht ungünstig. Zu bemerken ist nur, daß im Juni, der andauernden Trockenheit wegen, alle Abend, und später ebenfalls ab und zu, gegossen werden mußte und daß von Mitte Juni ab bis Ende Juli allwöchentlich 1—2 Mal gegen die schwarzen Blattläuse gekämpft werden mußte, welche die Bohnen zu vernichten drohten. Es geschah dies erst vergeblich mit Tabacksrauch, welchem man die in ein Gartenhaus gesetzten Töpfe 2 Stunden lang preisgab, in der Folge bewährte sich aber persisches Insectenpulver, welches den Pflanzen angeblasen wurde, gut, so daß wohl angenommen werden darf, daß alle Pflanzen gediehen sind ohne erheblichen Schaden durch Insecten oder Krankheiten zu erleiden. Betreffs der Auswahl der jeweilig zu untersuchenden Pflanzen ist zu bemerken, daß die Victoria-Erbsen in beiden Versuchsreihen so gleichmäßig aussahen, daß einfach die Töpfe der Reihe nach fortgenommen werden konnten. Bei den Buchsbaumerbsen und bei den Bohnen war jedoch der Pflanzenbestand weniger gleichförmig, es mußten einige Töpfe beseitigt werden, weil die Samen schon vor dem Aufgange angefressen waren, so daß die daraus hervorgegangenen Pflanzen kümmerlich aussahen, aber auch die übrig gebliebenen Pflanzen waren in der Größe von Anfang an bis zu Ende ungleichmäßig. Es wurden deshalb vor jeder Ernte die ganzen vorhandenen Pflanzen durchgemessen und große, mittlere und kleine in gleichen relativen Mengen geerntet resp. stehen gelassen. Die Zahl der Erbsenpflanzen wurde bei der ersten Ernte auf 4 und bei der 2ten Ernte auf 2 pro Topf reducirt; die Bohnen wurden bei der ersten Ernte auf 1 Pflanze pro Topf verzogen. Die morphologische Beschreibung des Wachsthumsstadiums bei jeder Ernte mußte auf Feststellung von Gewicht, Höhe der Pflanze, Blatt- und Frucht-Zahl beschränkt werden, Messungen der Blattfläche wurden nur bei den ersten Ernten ausgeführt, später fehlte es an Zeit dazu. Wurzelmessungen wurden zwar beabsichtigt und auch eine Anzahl derselben ausgeführt, konnten aber ebenfalls nicht durchgeführt werden. Geplant waren dieselben nach der von Aimé Girard[1]) empfohlenen Methode, welche darin besteht, daß man die gewaschenen, frischen aber nicht mehr nassen, Wurzeln in Schwefelblumen umwendet, deren Ueberschuß durch leises Klopfen entfernt, dann den fester heftenden Schwefel in 10%igen Al-

1) Comt. rend. CII. S. 1257.

kohol abspült und ihn dann auf einem gewogenen Filter trocknet und wiegt. Vergleichsweise Messungen einiger Wurzeln sollen dann angeben, wieviel g Schwefel 1□cm der Wurzeloberfläche entsprechen. Da diese Methode in der Deutschen Litteratur noch nicht erwähnt ist, so sei angeführt, daß es mir nicht gelungen ist, mit einiger Sicherheit den Punkt ausfindig zu machen, an welchem man aufhören muß zu klopfen, um gleichmäßige Resultate zu erhalten. Meine Versuche gestatteten nur den Schluß, daß die Wägung der Wurzeltrockensubstanz, abzüglich der Wurzelasche, mit größerer Sicherheit einen Schluß auf Länge und Oberfläche der Wurzelfasern zuläßt, als die Methode von Girard. Diese Versuche wurden aber vorgenommen vor dem Auftreten der Wurzelhaare (siehe unten) und es ist wohl möglich, daß man später zu besseren Resultaten gekommen sein würde. Das Wachsthumsstadium, in welchem die Versuchspflanzen zur Zeit der Untersuchungen standen, kann etwa folgendermaßen characterisirt werden.

Victoria-Erbsen.

Die Aussaat fand statt am 22. April, der Aufgang am 3—5. Mai. Die erste Ernte wurde am 18ten Mai vorgenommen. Die Cotyledonen waren noch stark gefüllt. Die Hauptwurzel besaß eine Länge von ungefähr 15 cm und hatte cca. 10—12 Knöllchen aufzuweisen. Die Nebenwurzeln erster Ordnung, cca. 60—80 pro Pflanze haben eine Gesammtlänge von gegen 4 Meter und tragen auch bereits die Anfänge zahlreicher Knöllchen, die ersten Nebenwurzeln 2ter Ordnung sind soeben im Entstehen. Wurzelhaare sind mit dem Mikroskope nur hier und da ganz vereinzelt zu finden. Die oberirdische Pflanze hat ungefähr 9 cm Höhe und besitzt 3 Blätter. Ein Unterschied zwischen den Pflanzen beider Versuchsreihen existirt für das Auge nicht.

2te Ernte am 2ten Juni, also 4 Wochen nach dem Aufgange. Die Pflanzen beider Versuchsreihen sind einander ziemlich gleich, die mit Chili-Salpeter gedüngten haben aber ganz entschieden erheblich weniger Wurzelknöllchen, als die ohne Chili-Salpeter gewachsenen.

	Mit Chili-S.	Ohne Chili-S.
Durchschnittliche Höhe der Pflanzen .	21,2 cm	22,6 cm
„ Blattzahl	6,1 „	6,4 „
„ Wurzellänge . . .	28,2 „	24,7 „

Die Cotyledonen sind zusammengeschrumpft und z. Th. abgefallen.

3te Ernte am 17ten Juni. Die Erbsen ohne Chili-Salpeter sehen etwas kräftiger aus als die andern, die Messung giebt aber bei beiden Versuchsreihen eine mittlere Höhe von 50—55 cm und die Zahl von

cca. 10—12 Blättern. Wo es gelingt, die Pfahlwurzel bis zu ihrem Ende zu entwirren, findet sich ihre größte Länge bei den Erbsen mit Chili-S. zu 55 cm, bei denen ohne Chili-S. zu 40 cm. Die Wurzelknöllchen sind bei den ohne Chili-Salpeter gewachsenen Pflanzen zahlreicher, bei allen sind sie aber braun, leer und von außen durchbohrt. Es finden sich in einzelnen derselben ungefähr 1½ mm lange, weiße, faltige, fußlose Käferlarven, die vielleicht zu den jetzt wieder häufiger gewordenen Sitones gehören. Es war ursprünglich beabsichtigt etwa um diese Zeit das Begießen mit Chili-Salpeter zu wiederholen, da aber eine nachtheilige Wirkung der ersten geringen Gabe jetzt fest zu stehen scheint, so wird diese Absicht aufgegeben und am 24ten Juni jeder Topf der Stickstoff-Erbsen mit 1,5 g Hornmehl gedüngt, das oberflächlich mit dem Boden gemengt wird. Am 24ten Juni, also zwischen der 3ten und 4ten Ernte, traten auch die ersten Blüthen bei beiden Versuchsreihen auf.

4te Ernte am 1ten Juli. Die Pflanzen beider Reihen stehen in voller Blüthe, für das Auge ist ein Zurückbleiben der mit Chili-S. gedüngten Erbsen noch deutlicher geworden als vorher. Bei beiden sind die untersten 3 Blätter verwelkt, die alten Knöllchen fast gänzlich zerstört und zahlreiche neue an den Seitenwurzeln im Entstehen, die Wurzeln sind nicht mehr zu entwirren und zu messen.

	Mit Chili.	Ohne Chili.
Die durchschnittliche Länge der Pflanzen ist	63,5 cm	75,8
„ „ Blattzahl „	15,4 „	15,7

5te Ernte am 15. Juli. Die Schoten sind halbreif d. h. die meisten sind so, wie man sie als junge grüne Erbsen zu verspeisen pflegt.

	Mit Chili-S.	Ohne Chili-S.
Durchschnittliche Länge der Pflanzen .	70,9	75,3
Zahl der vertrockneten Blätter . . .	4,5	5,2
„ „ gelben „ . . .	4,3	4,3
„ „ grünen „ . . .	8,2	7,4
„ „ Schoten . . .	2,6	2,6

Der Gesammt-Eindruck ist der, daß die Erbsen ohne Chili-S. der Reife etwas näher sind als die anderen.

6te Ernte am 29ten Juli. Die Erbsen ohne Chili-S. sind vollkommen trocken und reif geworden, während die mit Chili-S. noch nicht so weit sind. Viele ihrer Samen sind allerdings auch schon fest, aber namentlich die Pflanzen, welche wenig und kleine Schoten tragen, besitzen noch zahlreiche grüne Blätter und beginnen nochmals zu blühen, an diesen finden sich auch frische Knöllchen. Die Länge der oberirdischen Theile und die Blattzahl sind wie bei der 5ten Ernte.

	Mit Chili-S.	Ohne Chili-S.
Zahl der Schoten	2,6	2,7
Zahl der gut ausgebildeten Samen . .	8,03	9,94

Da bei den Erbsen mit Chili-Salpeter einige Schoten noch im Wachsthum sind, so dürfte anzunehmen sein, daß etwa 1 Woche später die gleiche Ausbildung der Samen bei beiden Versuchen eingetreten wäre, ein Verschieben der Ernte bei den Chili-Erbsen war aber aus äußeren Gründen nicht thunlich.

Buchsbaum-Erbsen.

Aussaat am 22. April, Aufgang 3—5. Mai.

1te Ernte am 27. Mai. Die Pflanzen sind etwa 5—6 cm hoch und haben durchschnittlich 4 Blätter, manche bilden den ersten Zweig. Das Wurzelsystem ist üppig entwickelt, viele Nebenwurzeln 2ter Ordnung von cca. 1 cm Länge vorhanden, die Knöllchen sind sehr zahlreich.

2te Ernte am 17. Juni. Der Beginn der Blüthe wurde am 13. Juni bemerkt, aber auch jetzt sind die meisten der Blüthen noch grün, ihre Zahl ist pro Pflanze etwa 4. Höhe des Krautes 14—20 cm, Zahl der Blätter 7—8, Wurzellänge 20—27 cm. Wurzelknöllchen meist braun.

3te Ernte am 1. Juli. Höhe des Krautes im Mittel 15 cm mit 10 Blättern und 2,8 halbreifen Schoten. Die Wurzelknöllchen sind nicht so allgemein zerstört wie bei den Victoria-Erbsen zur selben Zeit.

4te Ernte am 15. Juli. Trotzdem die meisten der Schoten völlig reif sind, so finden sich doch auch eine Anzahl noch unreifer, auch ist das Kraut durchaus noch nicht abgestorben, denn es finden sich pro Pflanze im Mittel 3,6 trockne, 2,5 gelbe und 4,1 grüne Blätter nebst 2,2 reifen Schoten mit 9,3 gut ausgebildeten reifen Samen. Die Ernte noch zu verschieben, erschien nicht rathsam des zu erwartenden Samen-Verlustes halber, auch ein Auspflücken war nicht rathsam, weil bei allen früheren Ernten immer einige Pflanzen von der Wägung ausgeschlossen werden mußten, da sich beim Auswaschen ihrer Wurzeln zeigte, daß sie durch Ungeziefer in der Jugend abgefressen und deshalb als abnorm anzusehen waren.

Kleine Acker- oder Pferde-Bohnen.

Aussaat am 3. Mai, Aufgang am 14—19. Mai.

1te Ernte am 2. Juni.	Höhe der Pflanzen im Mittel	10,8	cm
	Länge der Wurzeln „	22,4	„
	Zahl der Blätter „	3,0	

Wurzelhaare noch sehr spärlich, weshalb die Wurzeln auch so gut wie gar nicht mit der Erde verwachsen sind. Die Knöllchen sind kaum zu erkennen und wenig zahlreich.

2te Ernte am 24ten Juni. Höhe im Durchschnitt 23,6 cm
Wurzellänge, wo noch meßbar, cca. 50 cm
Blattzahl im Mittel 7,5

Die Wurzeln sind mit Haaren bedeckt und stark mit dem Boden verwachsen, ihre Knöllchen sind wenig zahlreich und bilden einen viel geringeren Bruchtheil vom Volum der Wurzeln als dies bei den Erbsen der Fall ist, angefressene Knöllchen sind aber nicht zu sehen. Da es nach den an den Erbsen gemachten Erfahrungen nicht rathsam erschien jetzt, wie beabsichtigt war, noch eine 2te Düngung mit Chili-Salpeter auszuführen, während zu fürchten stand, daß die vorhandene Stickstoffmenge nicht genügen möchte, so wurde jetzt einem jeden Bohnen-Topfe eine Düngung von $1\frac{1}{2}$ g Hornspähnen gegeben, die aber nur oberflächlich mit der Erde vermischt werden konnten.

3te Ernte am 11. Juli. Mitte der Blüthezeit (die erste Blüthe wurde schon am 28. Juni gesehen), Höhe im Mittel 44 cm; Blattzahl 16,1; Wurzeln nicht zu entwirren, aber mit zahlreichen neuen Knöllchen besetzt.

4te Ernte am 29ten Juli. Höhe im Mittel 53 cm
Zahl der Blätter „ „ 18
„ „ Früchte „ „ 12

Die ältesten Schoten können wohl als halbreif bezeichnet werden, die jüngsten sind noch von dem vertrockneten Blüthenkelche bedeckt.

5te Ernte am 26ten August. Einige völlig reife Pflanzen müssen ausgeschieden werden, weil der Regen alle Blätter abgeschlagen hat, die Schoten der geernteten Pflanzen sind z. Th. reif, es finden sich aber neben allen Entwicklungsstadien noch viele ganz kleine resp. verkümmerte Schoten vor. Es wurden gezählt im Mittel pro Pflanze:

Reife schwarze Schoten 3,1 } mit zusammen 13,9 voll
Grüne aber voll entwickelte „ 2,3 } entwickelten Samen.
Größe $\frac{3}{4}$ bis $\frac{1}{4}$ der reifen Schoten 1,6 Stück

außerdem eine große Anzahl verkümmerter Schoten. Die Blätter sind mehr oder weniger im Absterben begriffen.

Erfurter Puffbohnen.

Aussaat am 3. Mai, Aufgang am 14—19. Mai.

1te Ernte am 2. Juni. Höhe im Mittel 14,4 cm
Wurzellänge „ „ 27,2 „
Blattzahl „ „ 4,0

Beschaffenheit der Wurzeln bei allen Ernten wie bei den Pferdebohnen, nur ist das Wurzelsystem ausgedehnter.

2te Ernte am 24ten Juni. Höhe im Mittel 31,5 cm
Wurzellänge über 50 „

Die erste Blüthe war schon am 19. Juni erschieuen und standen jetzt die meisten Pflanzen in der Blüthe. Es wird die Düngung ausgeführt wie bei den Pferdebohnen.

3te Ernte am 11. Juli. Ende der Blüthe, die ältesten Schoten sind bis zu 5 cm lang. Höhe der Pflanzen im Mittel 44 cm
Blattzahl „ „ 18,7

4te Ernte am 29. Juli. Die größeren Schoten sind halbreif. Mittlere Höhe der Pflanzen 47 cm
„ Blattzahl „ „ 20,7

Schoten in verschiedenster Größe pro 1 Pflanze 6 Stück

5te Ernte am 16. August. Die ältesten Schoten sind reif und viele Blätter fallen bei der leisesten Berührung ab, trotzdem sie noch grün sind, es muß deshalb die letzte Ernte vorgenommen werdeu, um Verluste zu vermeiden. Im Durchschnitte finden sich pro 10 Pflanzen:
14,4 ganz reife, schwarze Schoten.
18,3 nahezu reife schwarzfleckige Schoten.
7,4 noch wachsende grüne kleine Schoten.
30,5 verkümmerte Früchte.
21,7 ganz reife Samen.
30,0 nahezu reife Samen.
9,1 unreife Samen, von denen man vielleicht hätte annehmen können, daß sie bei weiterem Stehenlassen der Pflanzen noch reif geworden sein würden.

Die Anzahl der jedesmal geernteten Pflanzeu zeigt folgende Tabelle:

	Victoria-Erbsen Mit Chili-S.	Victoria-Erbsen Ohne Chili-S.	Buchsbaum-Erbsen	Pferde-Bohnen	Puff-Bohnen
1te Ernte . . .	127	130	45	31	32
2„ „ . . .	35	43	36	15	12
3„ „ . . .	37	39	24	14	15
4„ „ . . .	34	33	21	18	22
5„ „ . . .	32	32	—	13	23
6„ „ . . .	34	31	—	—	—

Ueber die Untersuchung der Ernteproducte ist zu sagen, daß zwar alle Analysen unter meiner persönlichen Mitwirkung ausgeführt sind, daß ich aber an den Assistenten des landwirthschaftlichen Laboratoriums Herrn stud. v. Wangenheim und Herrn stud. Niebling sehr werth-

volle Hülfe dabei hatte. Es wurde nach dem Reinigen und Zerschneiden die gesammte Ernte in einem geräumigen Trockenschranke mit Wasserheizung getrocknet, und dann an der Luft 1—3 Tage stehen gelassen. Hierauf erfolgte die Feststellung des Gewichtes der geernteten lufttrocknen Substanz, welche auf einer Excelsior-Mühle zerkleinert wurde, worauf man sie sofort in Gläser mit eingeriebenem Glasstöpsel füllte. Es wurde dann möglichst umgehend hiervon abgewogen a) eine kleine Probe zur Bestimmung des Gehaltes an Trockensubstanz und Rohasche (kohlefrei erhalten durch Verbrennung im Porcellanschiffchen im Sauerstoffstrome nach Grandeau), b) eine Probe zur Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl-Wilfarth, c) ein größeres Quantum, entsprechend einer möglichst großen bestimmten Anzahl Pflanzen zur Veraschung, welche in Porcellan-Schalen ausgeführt wurde. In der Probe c wurde die Menge von Kieselsäure und Sand bestimmt, das salzsaure Filtrat auf 1/2 resp. auf 1 Lit. aufgefüllt und in gut schließenden Flaschen zur späteren Bestimmung der einzelnen Aschenbestandtheile zurückgestellt. Später wurden soweit es möglich war, der größeren Sicherheit halber, die Stickstoffbestimmungen in der Trockensubstanz der übrig gebliebenen meist kleinen Substanzreste wiederholt, wobei von den ersterhaltenen Resultaten leider einige Abweichungen vorkommen, die in einem Falle bis auf 0,18 % des gefundenen Stickstoffgehaltes hinaufgehen. In Ermangelung weiterer Substanzmengen konnte aber nicht durch Wiederholung eine nähere Uebereinstimmung erzielt werden. Betreffs der Bestimmungen von Kali, Phosphorsäure, Kalk und Magnesia ist nur zu erwähnen, daß sie nach den, bei Aschen-Analysen üblichen, altbewährten Methoden ausgeführt wurden und daß viele derselben durch Wiederholungen controllirt sind, so daß ich an der Richtigkeit der erhaltenen Resultate nicht zweifeln kann.

Da der benutzte Boden 6,10 % CaO und 1,93 MgO in seiner Trockensubstanz enthielt und da andererseits Kieselsäure nur in sehr geringer Menge von den Leguminosen aufgenommen wird, während bei der Untersuchung der Wurzeln, trotz sorgfältigster Waschung derselben, bis zu 43 % ihrer Trockensubstanz als aus Kieselsäure und Sand bestehend gefunden wurde, so schien es nöthig von der Menge des analytisch in den Pflanzen gefundenen Kalkes und der Magnesia einen Abzug zu machen. Die Höhe desselben wurde in der Weise gefunden, daß man berechnete: Auf 100 Theile Kieselsäure und Sand des Bodens kommen 8,716 Theile CaO und 2,755 Theile MgO. Wieviel Bodenkalk und Bodenmagnesia entpricht hiernach der Menge von Kieselsäure und Sand, welche in der Wurzeltrockensubstanz von 100 Pflanzen gefunden ist?

Betrachtet man die auf die gleiche Anzahl von 100 Pflanzen um-

gerechneten Resultate und namentlich das Ergebniß der Untersuchung der reifen Pflanzen, so kommt man zu dem Resultate, daß in keiner Versuchsreihe soviel an Trockensubstanz erzeugt wurde wie man unter günstigsten Ernährungsbedingungen bei der angewendeten Gefäßgröße zu erwarten berechtigt wäre. Hellriegel[1]) erhielt z. B. bei reichlichster Zufuhr aller Nährstoffe in löslicher Form in seiner Gefäßgröße IV von Erbsen wie von Bohnen cca 30 g oberirdische Trockensubstanz pro cca 3 kg Boden. Wir würden also pro 2½ kg Boden höchstens 25 gr Trockensubstanz haben erwarten können und haben statt dessen nur geerntet oberirdische Trockensubstanz:

Buchsbaumerbsen pro 2 Pflanzen	. . . .	5,56
Victoria-Erbsen ohne Chili-Salpeter pro 2 Pflanzen	. . .	12,49
„ „ mit „ „ „ 2 „	. . .	12,16
Pferdebohnen pro 1 Pflanze	. . . .	12,45
Erfurter Puffbohnen pro 1 Pflanze	. . . .	13,92

Sehen wir auch von den kurzlebigen zwerghaften Buchsbaumerbsen ab, so ist doch immer nur halb so viel producirt, als bei dem vorhandenen Bodenvolum hätte erzeugt werden können und kann dies nur als ein Zeichen dafür angesehen werden, daß ein Ueberfluß an Nährstoffen nicht vorhanden war. Trotzdem ist die Ernte aber doch nicht geradezu als abnorm gering zu bezeichnen, denn berechnen wir aus ihr den Ertrag pro 1 ha, unter der Annahme, daß die Oberfläche des in den Töpfen etwas zusammengesunkenen Bodens pro Topf 200 □cm betrug, so würde die Ernte dem Quantum des 5000fachen obiger Zahlen, also im Mittel der letzteren 4 Versuchsreihen, von 6378 kg oberirdischer Trockensubstanz oder 7500 kg lufttrockener Substanz pro 1 ha gleichkommen. Es ist dies für Erbsen eine hohe, für Pferdebohnen aber nur etwas über eine Mittelernte. Auch die Zahl der geernteten voll entwickelten Samen verdient in dieser Hinsicht Beachtung, denn es wurden hiernach geerntet:

Von den Buchsbaumerbsen das	9,3fache	des Samens
„ „ Victoria-Erbsen mit Chili-S. das	8,0 „	„ „
„ „ „ „ ohne „ „ „	9,9 „	„ „
„ „ Pferdebohnen das	13,9 „	„ „
„ „ Puffbohnen höchstens das	6,0 „	„ „

Es ist dies alles nicht viel[2]), es bestätigt die Ansicht, daß eher ein Mangel als ein Ueberfluß an Nährstoffen vorlag, aber es sind doch Zahlen, welche dafür sprechen, daß wir kein Recht haben die Resultate

1) Grundlagen des Ackerbaues Abschnitt 2 Kapitel 3.

2) Bei gedibbelter Saat darf man in einer Mittelernte von Erbsen etwa das 12fache, von Bohnen das 20fache des Aussaatquantums zu ernten erwarten.

etwa in der Weise für abnorm anzusehen, wie wir es bei Stöckhardts Lupinenversuch thun mußten.

Unzweifelhaft wird aber, Angesichts dieser Zahlen, Niemand versuchen, die gefundene gesteigerte Nährstoffaufnahme als eine Wirkung sehr reichlicher Ernährung anzusprechen.

Ein specielles Eingehen auf die in den beifolgenden Tabellen niedergelegten Angaben über die beobachtete absolute Höhe der Stoffaufnahme und Stoffwanderung würde uns von unserer Hauptaufgabe zu weit abführen. Nur darauf möchte ich hier noch aufmerksam machen, daß die gesonderte Untersuchung von Wurzeln, Kraut und Früchten vorgenommen wurde, um die Richtigkeit der von Lachmann (schon 1858) aufgestellten, von Nobbe erweiterten und von Tschirch (Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1887 S. 58) des Näheren ausgeführten, Ansicht zu prüfen, nach welcher die Wurzelknöllchen der Leguminosen Speicher bilden, in welchen das zur Zeit der Samenreife nöthige große Eiweißquantum vorher allmälig angesammelt wurde. Die beigefügten Tabellen Ia—e beweisen nun klar, daß hiervon kaum die Rede sein kann, denn sie zeigen, daß den Wurzeln der Leguminosen, mit sammt den daran haftenden Knöllchen, als Reservestoffbehälter keine größere Bedeutung beizulegen ist als den Wurzeln der Gramineen. Da jede unserer fünf Versuchsreihen in dieser Hinsicht dasselbe zeigt, so genügt es hier gleich z. B. die erste Versuchsreihe Ia herauszugreifen, um an ihr die Verhältnisse klarzustellen. Wir finden hierbei pro 100 Pflanzen zur Blüthezeit, also bei der letzten Untersuchung vor dem Fruchtansatze, in den Wurzeln 1,9183 g Stickstoff und sehen, daß sich im Verlaufe der Fruchtbildung das Quantum desselben um 0,7321 g vermindert, wogegen in derselben Zeit zur Ausbildung der Früchte 11,4793 g Stickstoff verwendet werden. In dem vorliegenden Falle kann also nur 6,38 % des Stickstoffgehaltes der Früchte vor der Fruchtbildung in den unterirdischen Organen, Wurzeln sammt Knöllchen, vorher aufgespeichert gewesen sein. Aehnliches, ja sogar eine noch größere Bedeutung der Wurzeln als Speicher, haben wir aber auch bei den Gramineen kennen gelernt. Hierbei ist auch an die schon weiter oben erwähnte Thatsache zu erinnern, daß schon reichlich Knöllchen vorhanden waren zu einer Zeit als noch nicht einmal die Reservestoffe des Samens erschöpft waren. Auch sahen wir, daß die Samenbildung bei den Erbsen begann, als soeben durch Käferlarven die vorher gebildeten Knöllchen zerstört waren und daß gleichzeitig mit dem Ansatz der Früchte sogar eine Neubildung von Wurzelknöllchen eintrat. Dies Alles läßt die oben erwähnte Ansicht über die Function der Wurzelknöllchen nicht haltbar erscheinen.

Ueber die Wirkung des Chilisalpeters ist noch zu erwähnen, daß derselbe die Menge der producirten Trockensubstanz nicht in dem Maaße herabgedrückt hat, als es beim Ansehen der Pflanzen und nach den Resultaten der Längenmessungen derselben der Fall zu sein schien. Jedoch weisen (mit Ausnahme der zweiten) alle Ernten der Chilierbsen eine geringere Menge organischer Substanz auf, als die ohne Chilisalpeter gewachsenen Pflanzen. Trotzdem wurde aber doch immer mehr Stickstoff in der Ernte der mit Chilisalpeter gedüngten Pflanzen gewonnen. Die Stickstoffdüngung und Ernte ergiebt bei einer Umrechnung auf 10 Töpfe, unter Mitberücksichtigung des Gehaltes der verzogenen Pflanzen, folgende Zahlen:

In der Düngung erhielten je 10 Töpfe der Stickstofferbsen zur Saatzeit in Form von Chilisalpeter 0,7051 g Stickstoff und am 24. Juni ca 1,5 g Hornmehlstickstoff. In den Ernten lieferten sie dagegen vom Aufgange ab

bis zum	2.	Juni	0,1702 g	Stickstoff
„ „	17.	„	0,1877 „	„
„ „	1.	Juli	0,0976 „	„
„ „	15.	„	0,2954 „	„
„ „	29.	„	0,4308 „	„

mehr als die gleiche Zahl ohne Stickstoffdünger gelassener Töpfe. Berechnet man den procentischen Stickstoffgehalt der in den einzelnen Perioden zugewachsenen organischen Substanz, so erhält man folgende Zahlen:

	Ohne Stickstoffdünger	Mit Stickstoffdünger	
4. Mai — 18. Mai	?	?	
18. „ — 2. Juni	2,68	3,17	+ 0,49
2. Juni — 17. „	3,02	3,33	+ 0,31
17. „ — 1. Juli	1,25	1,36	+ 0,11
1. „ — 15. „	2,13	2,27	+ 0,14
15. „ — 29. „	4,94	5,10	+ 0,16

In beiden Fällen steigt und fällt also der Stickstoffgehalt der producirten Substanz in demselben Sinne, also nicht nach Maaßgabe der Düngung, sondern in offenbar durch die Eigenart der Pflanze bedingten Verhältnissen. Wenn wir aber in einer Periode ein Steigen der Stickstoffaufnahme finden, dann ist dies stärker auf Seiten der mit Stickstoff gedüngten Töpfe.

Das bedeutet aber doch gewiß nichts anderes, als daß die Erbse wohl die Fähigkeit besitzt Nitrate aufzunehmen, wenn auch diese Fähigkeit wahrscheinlich nicht in dem Maaße entwickelt ist als bei dem Ge-

treide. Es fehlt ihr aber das Vermögen, den mehr aufgenommenen Salpeterstickstoff nutzbringend zu verarbeiten, denn wir haben bis zum ersten Juli hin nicht nur keine Mehr- sondern eine Minder-Production organischer Substanz als Folge der Stickstoffdüngung zu verzeichnen. Im Verlaufe des Monat Juli dagegen, als den Pflanzen Hornmehlstickstoff zur Verfügung stand, sehen wir nicht nur die Mehraufnahme von Stickstoff andauern, sondern auch eine gleichzeitige Mehrproduction organischer Substanz eintreten.

Dies Resultat eines einzelnen Versuches würde aber jedenfalls noch weiterer Bestätigungen bedürfen, welche zu zeigen hätten, ob in diesem Verhalten nicht doch eine Aenderung eintreten würde, wenn die Pflanzen üppiger wachsen als es in unserm Versuche der Fall war. Die Sache selbst scheint mir aber nicht unwichtig; denn sie legt den Gedanken nahe, daß der moderne Agrikulturchemiker doch wohl nicht ganz Recht haben dürfte, wenn er aus dem Verhalten der Leguminosen gegenüber dem Chilisalpeter einfach schließt: so und so verhält sich diese Gruppe von Pflanzen gegenüber der Stickstoffdüngung. Es erscheint vielmehr leicht möglich, daß der Praktiker in richtiger Weise der Diätetik der Pflanze Rechnung trägt, wenn er beim Anbau von Erbsen und Bohnen wohl den Chilisalpeter, nicht aber den allmälig sich zersetzenden Stallmist spart.

Wenn wir es auch für nöthig hielten auf den größeren Stickstoffgehalt der Chili-Erbsen hinzuweisen, weil derselbe bei allen Ernten nachweisbar ist, so erscheint es zu gewagt, ähnliche Vergleiche betreffs der einzelnen Mineralstoffe anzustellen. Es liegt ja bei Betrachtung der 5. und 6. Ernte nahe zu schließen, daß die Stickstoffdüngung eine vermehrte Kaliaufnahme bewirkt habe, aber da dies die ersten Ernten nicht ebenfalls beweisen, so könnte die Mehraufnahme doch vielleicht andere unbekannte Ursachen haben und ebenso liegen die Dinge bei den z. Th. entgegengesetzten Differenzen in der Menge der anderen Nährstoffe.

Wir wenden uns nun zu dem Verhältnisse, welches zwischen der Production organischer Substanz und der Nährstoffaufnahme in unseren Versuchen beobachtet wurde, und betrachten dieselbe an der Hand der Tab. IV zunächst bei den Erbsen.

Ein Vergleich der Zahlen für die beiden Versuche mit Victoriaerbsen zeigt eine große Aehnlichkeit und können wir dieselben daher ohne Weiteres mit einander vereinigen und erhalten dann als Mittel beider Versuche folgendes Verhältniß zwischen den Procenten der gebildeten organischen Substanz und der aufgenommenen Nährstoffe:

Datum.	Tage	Organische Substanz	Kieselsäurefreie Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
A. Mittlerer Verlauf der Stoffaufnahme bei den Victoria-Erbsen.								
	Nach dem Aufgange							
18. Mai	14	0,5	4,9	1,8	6,9	3,1	86,	3,3
2. Juni	29	8,7	17,3	11,6	29,6	11,5	28,7	8,9
17. „	43	26,6	31,7	33,3	50,1	24,7	47,6	17,3
1. Juli	57	56,7	56,2	48,5	64,4	49,8	76,8	32,0
15. „	71	86,0	78,6	73,2	77,7	85,6	89,5	66,1
29. „	85	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
B. Verhältniß der procentischen Zunahme verschiedener Stoffe zu einander[1]).								
Vom 18/5 bis 2/6		100	151	120	277	245	276	68
Vom 2/6 bis 17/6		100	80	121	115	106	58	47
Vom 17/6 bis 1/7		100	81	50	48	97	74	49
Vom 1/7 bis 15/7		100	76	84	45	44	83	116
Vom 15/7 bis 29/7		100	153	191	159	75	94	242

Die Zahlen dieser Tabelle zeigen uns, daß die ganz junge Erbsenpflanze ein sehr stark gesteigertes Bedürfniß nach Kali und Magnesia und ein weniger stark aber doch deutlich hervortretendes Bedürfniß nach Stickstoff besitzt. Meist aber sind die absoluten Mengen, welche hierbei in Frage kommen, gering. Ein Blick auf die beigefügte Tafel zeigt sofort, daß mit Rücksicht auch auf die absolute Bedeutung der Mehraufnahme, ein Düngerbedürfniß der Victoriaerbse in der Jugend wohl nur für Kali und Magnesia vermuthet werden könnte. Während der Fruchtreife tritt uns wiederum ein gesteigertes Nährstoffbedürfniß entgegen, welches sich am stärksten bei der Phosphorsäure und demnächst in absteigender Reihenfolge bei Stickstoff, Kali und so gut wie garnicht bei dem Kalke geltend macht. Wenn man von der Ansicht ausgehen wollte, daß eine gesteigerte relative Stoffaufnahme in der Jugend nicht Eigenthümlichkeit der Pflanze, sondern Folge der Düngung sei, so würde hier wohl die Frage nahe liegen: Warum war die Aufnahme von Phosphorsäure so gering in der Jugend, trotz überreicher Düngung mit Superphosphat? Warum finden wir den gleichen Ver-

1) Die erste Periode, vom Aufgange bis zum 18. Mai wurde in Relativzahlen nicht berechnet, weil in ihr der Verlust an organischer Substanz durch Athmung eine zu große Rolle spielt, daß aber an denjenigen Stellen, an denen wir eine relativ starke Stoffaufnahme in der zweiten Periode erblicken, dies Verhältniß auch in der ersten Periode bestand, zeigt die obere Hälfte der Tabelle zur Genüge. Neu hinzuzutreten scheint für die allererste Zeit aber auch noch eine gesteigerte Aufnahme von Kalk und von Phosphorsäure.

lauf der Stickstoffaufnahme in beiden Versuchen mit Victoriaerbsen? ꝛc. ꝛc. Offenbar ist es bei unseren Versuchen die Düngung nicht gewesen, was die Steigerung der Stoffaufnahme hervorgerufen hat, sondern die Natur der Pflanze.

Die Resultate der Versuchsreihe mit Buchsbaumerbsen lassen sich nicht ohne Weiteres mit den bei der Victoriaerbse erhaltenen vereinigen, weil die Tage der Probenahme bei diesem Versuche andere Vegetationsstadien zur Untersuchung gebracht haben. Stellt man die Resultate des Versuches mit Buchsbaumerbsen aber graphisch dar, so ist die Aehnlichkeit des Curvenverlaufes bei beiden Erbsensorten sofort zu erkennen. In der Jugend der Pflanze haben wir für alle Nährstoffe in beiden Versuchen den gleichen Verlauf zu verzeichnen. In der Zeit der Reife ist die relative Stärke der Aufnahme von Kalk etwas stärker, die von Phosphorsäure, Kali und Stickstoff etwas schwächer als bei den Versuchen mit Victoriaerbsen.

Will man aus den vorliegenden Versuchen einen Schluß auf das Düngerbedürfniß der Erbsen ziehen, so dürfte man vermuthen, daß die Kali- und Magnesia-haltigen Staßfurter Salze beim Erbsenbau eine passende Verwendung finden könnten, weil sie die Stoffe enthalten, für welche die jugendliche Pflanze ein relativ starkes Bedürfniß erkennen läßt. Stalldünger oder Knochenmehl und ähnliche Substanzen würden dagegen zu wählen sein, um das in der letzten Zeit der Vegetation besonders starke Bedürfniß nach Phosphorsäure und Stickstoff zu decken. Bei den frühreifen Gartenerbsen scheint nach dem vorliegenden Versuche das gleichartige Düngerbedürfniß in der Jugend stärker und gegen das Ende der Vegetation schwächer zu sein als bei den Felderbsen, und dürfen wir hierin also ein Analogon erblicken zu dem, was wir über die Bedeutung der Sortenverschiedenheit bei Gerste und Hafer ꝛc. zu erwähnen hatten. Es hat dies aber bei den Hülsenfrüchten wahrscheinlich geringere Bedeutung als bei dem Getreide, weil dem ganzen Curvencharakter nach die reichliche Ernährung der jungen Pflanze überhaupt eine größere Bedeutung beim Anbau von Getreide besitzt als bei der Kultur von Hülsenfrüchten. Es ist indessen nicht ausgeschlossen, daß der geringe Ertrag, welchen bei unseren Versuchen namentlich die Buchsbaumerbsen gaben, zum großen Theil zurückzuführen ist auf die Unmöglichkeit, die Stoffaufnahme in der Jugend noch stärker hervortreten zu lassen als es unsere Zahlen und Curven zeigen. Nach Anlage des Versuches würde dies aber nur von Kali und allenfalls von der Magnesia gelten können, da wir gesehen haben, daß eine Zufuhr von Stickstoff eine Aenderung der Curve nicht hervorbrachte und weil die Phosphorsäure auf jeden Fall im Ueberschusse vorhanden war.

Wurde doch, abgesehen von der im Boden doch sicherlich auch in einiger Menge vorhandenen Phosphorsäure, in der Düngung der Pflanzen mehr als das Doppelte von der Phosphorsäuremenge geboten, welche wir in den reifen Pflanzen fanden.

Bei den Versuchen mit Bohnen ergiebt sich folgendes Verhalten:

In derselben Weise wie die Erbsen zeigen uns die Bohnen in der Jugend ein stark hervortretendes Bedürfniß nach Kali und Magnesia, welches bis zur vollen Blüthe, resp. bis zum Beginne des Fruchtansatzes fortdauert und nach dieser Zeit geringer wird.

Auch ein gesteigertes Stickstoffbedürfniß finden wir in der Jugend, dasselbe ist aber nur in den ersten Lebenswochen bemerkbar und ist seiner absoluten Geringfügigkeit halber nicht zu beachten.

Mit dem Beginne der Blüthezeit macht sich dann in beiden Versuchen eine Steigerung in der Aufnahme von Phosphorsäure geltend, deren weiterer Verlauf aber in den beiden Versuchen nicht ganz den gleichen Character trägt. In keinem von beiden Fällen erreicht jedoch diese Steigerung in der Phosphorsäureaufnahme eine erhebliche Bedeutung, so daß vielmehr ein Blick auf die graphischen Darstellungen beider Versuche vom Aufgange bis zur Reife hin den Eindruck hervorruft, als hätten wir es bei beiden Varietäten der Ackerbohne mit einem ungefähr gleichmäßigen Verlaufe von Substanzproduction und Phosphorsäureaufnahme zu thun. Auch die Aufnahme von Kalk verläuft nicht ganz im gleichen Sinne bei beiden Versuchen; das Wesentlichste hierbei scheint aber zu sein, daß bis zur Mitte der Reifezeit sich eine verstärkte Kalkaufnahme geltend macht. Die gegen das Ende der Vegetation bei den Erbsenversuchen auftretende verstärkte Aufnahme von Stickstoff und Phosphorsäure ist bei unseren Bohnenversuchen nur unbedeutend, denn nach der weiter unten folgenden Durchschnittsberechnung verhält sich die procentische Zunahme der organischen Substanz zu der der Aufnahme von Stickstoff und von Phosphorsäure nur wie 100 : 114 resp. zu 107, während diese Zahlen bei den Victoriaerbsen die Werthe 191 und 242 erhielten. Die Kaliaufnahme, die bei den Erbsen in den letzten Wochen ebenfalls stieg, läßt etwas Aehnliches hier überhaupt nicht erkennen. Wir haben aber schon öfter gesehen, daß diese Eigenart der Curven, welche uns bei mehreren Stallmistpflanzen entgegentrat und die deshalb hier ebenfalls erwartet werden sollte, zurücktritt bis zum Parallelismus zwischen Production organischer Substanz und Nährstoffaufnahme, wenn die Ernährung eine kärgliche ist. Es steht dies auch durchaus nicht im Widerspruche zu den Ansichten, welche wir über die Bedeutung des Ansteigens der Nährstoffcurven in

der Jugend der Pflanzen schon mehrfach aussprachen. Denn wenn eine Pflanze zu normalem Gedeihen relativ viel von einem oder dem anderen Nährstoffe in der Jugend gebraucht, so muß ihre ganze Entwicklung leiden, wenn dieses Bedürfniß unbefriedigt bleibt. Wenn aber ein stärkeres Nährstoffbedürfniß erst gegen Ende der Vegetation auftritt und ungenügend erfüllt wird, so kann dieser Mangel nicht in dem Maaße schädigend wirken, weil nur eine Periode im Wachsthum, nicht aber die ganze Lebenszeit darunter zu leiden hat. Dieser Uebelstand scheint nun bei unseren Bohnenversuchen eine Rolle gespielt zu haben, wie schon weiter oben bei Besprechung der absoluten Erntehöhe erwähnt worden ist. Die große Zahl angesetzter und die geringe Zahl ausgebildeter Schoten dürfte die Folge des Nährstoffmangels in den letzten Vegetationswochen sein, welcher wahrscheinlich in dem Verlaufe der Nährstoffcurven in dieser Zeit seinen Ausdruck findet und eine Wiederholung des Versuches nothwendig macht. An das Auftreten bestimmter Abweichungen im Verlaufe der Bohnencurven, als Folge der Sortenverschiedenheit, ist sonach hier nicht zu denken.

Im Durchschnitte beider Bohnenversuche ergiebt sich folgender zahlenmäßiger Ausdruck für die eben besprochenen Verhältnisse:

Datum.	Dauer der Periode in Tagen	Trockensubstanz	Org. Substanz	Asche frei von Kieselsäure	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
A. Aufgenommene resp. gebildete Mengen in % der Maxima									
2. Juni	17	0,8	0,6	4,2	1,0	3,1	3,1	6,8	1,2
24. Juni	22	18,9	15,8	27,5	19,0	34,3	21,8	31,6	8,3
11. Juli	17	47,0	35,4	66,5	28,1	63,1	45,7	54,3	36,3
29. "	18	74,4	72,0	85,9	68,2	83,0	84,5	78,9	70,1
21. Aug.	23	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
B. Verhältniß zwischen Production organischer Substanz und Nährstoffaufnahme.									
2. Juni bis 24. Juni			100	153	118	205	123	163	47
24. Juni bis 11. Juli			100	199	46	147	117	116	143
11. Juli bis 29. Juli			100	53	109	54	81	67	92
29. Juli bis 21. Aug.			100	50	114	61	55	75	107

In dem unteren Theile der Tabelle ist aus demselben Grunde, wie bei der entsprechenden Erbsentabelle, die Periode vom Anfange bis zum 2. Juni fortgelassen.

Ueber das Düngerbedürfniß der Pferdebohnen würden hieraus ungefähr dieselben Schlüsse abzuleiten sein, wie wir dieselben schon bei

den Erbsen kennen gelernt haben. Vergleichen wir endlich die Curven der Lupinenversuche mit denen der Bohnen, so sehen wir zwar qualitativ dasselbe, quantitativ muß aber ein (auch thatsächlich vorhandener) Unterschied zwischen beiden Pflanzen aus dem Umstande hervorgehen, daß die erste, bei beiden Pflanzen vor allen Dingen durch ein Kalibedürfniß characterisirte Periode, bei den Lupinen länger dauert und ein weniger steiles Ansteigen aller Curven zeigt, als die gleiche Periode bei den Pferdebohnen. Dies bedingt aber ein stärkeres Hervortreten des Düngerbedürfnisses für Kali auf Seiten der Pferdebohne.

Der gegenwärtige Stand der Stickstofffrage.

Es ist selbstverständlich z. Z. nicht möglich die Ernährung und Düngung der Leguminosen zu besprechen ohne Stellung zu der brennenden Tagesfrage zu nehmen, welche als Stickstofffrage bekannt ist.

Können die Leguminosen freien Stickstoff aufnehmen?

Diese so vielfach erörterte Frage müssen wir auf Grund der Versuche Hellriegel's[1]) für unwiderlegbar bewiesen ansehen. Trotzdem man noch nicht bestimmt sagen kann, wie die Leguminosen dies Problem lösen, so erscheint es doch als wahrscheinlich, daß zwischen gewissen Bacterien und den Leguminosenwurzeln eine Symbiose besteht und daß diese Bacterien die Aufnahme freien Stickstoff's vermitteln. Es liegt mir fern die eminente Bedeutung, welche diese Entdeckung Hellriegel's für die Pflanzenphysiologie und die Landwirthschaft besitzt, herabsetzen zu wollen, aber trotzdem möchte ich vor dem Schlusse warnen, daß die Leguminosen von ihrer Fähigkeit, in absolut stickstofffreiem Sande ihren Stickstoffbedarf aus der Atmosphäre zu decken, auch beim Anbau auf dem Felde ausgiebigen Gebrauch machen müßten. Es wäre sonst wohl nicht zu erklären, warum es kaum vorkommt, daß Pferdebohnen ohne starke Stallmistdüngung gebaut werden und warum es in so weiten Kreisen der Landwirthe seit Alters her üblich ist, beim Anbau von Erbsen, Wicken oder Mengfutter nicht nur Stallmist, sondern sogar gerade den stickstoffreichsten Stallmist der Wirthschaft zu verwenden. So weit sich bis jetzt übersehen läßt, scheinen mir die Dinge folgendermaßen zu liegen.

1. Hellriegel wies nach, daß die Leguminosen ohne gebundenen Stickstoff im Boden ebenso verkümmern wie jede andere Pflanze, wenn dem Versuchsboden nicht unsterilisirter Extract eines der Pflanze

1) Tageblatt der 59ten Naturforscherversammlung (Berlin 1886) S. 290. Zeitschrift des Vereins für die Rübenzuckerindustrie des deutschen Reiches 1886, S. 863 und Tageblatt der 60ten Naturforscherversammlung (Wiesbaden 1887) S. 362.

sonst erfahrungsgemäß zusagenden Bodens zugefügt wird. Geschieht letzteres, so machen die Pflanzen eine (ca 14 Tage dauernde) Hungerperiode durch und wachsen dann plötzlich lebhaft weiter; offenbar müssen sich die zugefügten Bodenbacterien also dem Leben von freiem Stickstoff erst anpassen.

2. Frank, sowie Hellriegel haben sicher nachgewiesen, daß die Bildung von Knöllchen an den Wurzeln der Leguminosen in sterilisirtem Boden nicht vorkommt. Daß die Knöllchenbildung im Zusamsammenhange steht mit der Assimilation des freien Stickstoffs, ist dadurch mindestens wahrscheinlich gemacht worden.

3. Schindler beobachtete (Journ. f. Landw. Bd. 33, S. 325), daß die Menge der Wurzelknöllchen um so geringer wurde, je stickstoffreicher der Boden ist, auch Schultz-Lupitz behauptet dasselbe und auch bei unseren Versuchen war dieser Unterschied auffällig.

4. Bei Versuchen, die angestellt wurden, um unter verschiedenen Verhältnissen die Aufnahme freien Stickstoffs durch Leguminosen quantitativ festzustellen, wurden folgende Resultate erzielt:

Atwater (nach dem Berichte von H. v. Liebig Landw. Jahrb. 1885 S. 621) gab wechselnde Stickstoffmengen zu Versuchsgefäßen verschiedener Größe. Berechnet man die Stickstoffgabe pro 1 kg Boden, der den Pflanzen (Zwergerbsen) zur Verfügung stand, sowie die, über das Düngerquantum hinaus, von 1 kg Boden geerntete Stickstoffmenge, so kommt man zu folgendem Resultate:

Im Mittel der 8 Versuche, bei denen den Pflanzen pro 1 kg Sand in der Düngung wenig, d. h. bis zu 59,4 mg N. gegeben wurde, enthielt die Ernte pro 1 kg Boden 29,5 mg N mehr, als die Düngung, während das ebenso berechnete + bei den 4 mit stärkerer Ndüngung versehenen Gefäßen nur 0,5 mg N. betrug.

Daß bei dem Anbau von Lupinen auf armen Heidensandboden, im Boden und Ernte zusammengenommen nur dann mehr Stickstoff zu finden ist, als in Saatgut und Boden beim Beginne des Versuches vorhanden war, wenn der Boden nicht mit Stickstoff gedüngt wurde, daß aber bei reichlicherer Stickstoffernährung der Lupine sogar das Gegentheil hiervon eintritt, erkannte zuerst Strecker in den Versuchen, welche er nach Drechsler's Plane anstellte [1]).

Zur Zeit der Anstellung und Veröffentlichung dieser Arbeit wußte man noch nichts von der oben erwähnten Fähigkeit der Leguminosenwurzeln, in der That freien Stickstoff ausnützen zu können und mußte Strecker die Stickstoffbindung deshalb einfach in den Boden verle-

1) Journal f. L. XXXIV, S. 51 ff.

gen, während wir jetzt außer den von ihm herangezogenen Vorgängen im Boden auch noch jene Wurzelthätigkeit als Ursache der fraglichen Erscheinung ansehen müssen. Von den mannigfaltigen wichtigen Ergebnissen der Arbeiten Strecker's führe ich nur die folgenden uns hier zunächst interessirenden Resultate seiner Versuche an, indem ich jedesmal das arithmetische Mittel aus seinen, auf Grund verschiedener Bodenanalysen berechneten Zahlen ziehe:

Nr.	Boden	Gefäß Inhalt kg Boden	Düngung.	N. im Boden Dünger und Saatgut g	N. im Boden und geernteten ganzen Pflanzen g	N. Gewinn (+) bzw. Verlust (—) g
I	Sand	6,50	Ungedüngt	0,3440	1,2952	+ 0,9512
II a, c	„	6,50	Phosphors. Kalk	0,3421	1,3080	+ 0,9659
VI	„	14,50	Phosphors. Kalk Kainit und Kalisalpeter	1,4996	0,3099	— 1,1897
VII	„	17,50	Phosphors. Kalk Kainit und Knochenmehl	2,9470	1,6381	— 1,3089
VIII c	Erde	12,50	Phosphors. Kalk und Kainit	19,0148	18,9358	— 0,0790
IX c	„	12,50	Phosphors. Kalk Kainit und Kalisalpeter	21,7903	19,1024	— 2,6879

Ganz analoge Resultate erhielten E. Wolff und E. Kreuzhage (Landw. Jahrb. XVI S. 674), bei deren Versuchen ein sehr stickstoffarmer Flußsand benutzt wurde, der aber doch wohl die nöthigen Bacterien enthalten haben muß, da das Vorhandensein von Knöllchen an den Wurzeln durch eine Analyse derselben nachgewiesen worden ist. In Cementkästen von 210 kg Inhalt wurden 1886 bei Wolff's Versuchen folgende Mengen Stickstoff (g) in der Ernte mehr gefunden als in der Düngung gegeben war, beim Anbau von:

	Hafer	Ackerbohne	Lupine	Rothklee
Ungedüngt	0 371	2,478	2,797	3,396
Salze ohne N.	0,388	4,689	9,572	8,352
Salze und sehr wenig N.	0,304	2,400	4,566	7,971
Salze und mehr N. . .	0,158	0,776	5,488	6,075
Dasselbe in Relativzahlen.				
Salze ohne N.		100,0	100,0	100,0
Salze und sehr wenig N.		51,2	47,7	95,4
Salze und mehr N. . .		16,6	57,3	72,7

Bei der Darstellung dieser Resultate in Relativzahlen wurde abgesehen von der Benutzung der ohne alle Düngung, im Salzhunger, gewachsenen Pflanzen und ebenso wenig wurde hier der Hafer benutzt, da die oberen Zahlen beweisen, daß derselbe nur auf die geringen Stickstoffmengen des Samens und des Bodens angewiesen war. Aehnlich dem Versuche von Atwater und von Strecker zeigen uns auch diese Arbeiten eines der bedeutendsten deutschen Agrikulturchemiker, daß die Fähigkeit der Leguminosen, freien Stickstoff zu assimiliren, schnell und bedeutend abnimmt, sobald dieselben gebundenen Stickstoff in aufnehmbarer Form im Boden vorfinden. Ein Zufall ist es aber gewiß auch nicht, daß gerade bei derjenigen Hülsenfrucht, welche der practische Landwirth nie ohne starke Stickstoffdüngung zu bauen gewohnt ist, bei der Pferdebohne, das Vermögen freien Stickstoff aufzunehmen sehr viel schneller und stärker abnimmt, als bei der Lupine und dem Klee.

In den Arbeiten Atwater, Strecker und Wolff haben wir nun wohl zur Genüge gesehen, daß die Fähigkeit der Leguminosen freien Stickstoff aufzunehmen, sich in demselben Maße verringert, als die Menge des in Boden und Dünger ihnen zur Verfügung stehenden gebundenen Stickstoffs zunimmt. Es kann uns daher nicht wundern, ja wir erblicken eine werthvolle Bestätigung dieser Thatsache jetzt darin, daß Dietzell[1]) durch seine Versuche, bei denen die Pflanzen (Klee und Erbsen) in stickstoffreichem Gartenboden wuchsen, eine Aufnahme atmosphärischen Stickstoffs nicht nachweisen konnte, sondern meist einen erheblichen Verlust auffand. Abgesehen von einem einzigen Topfe, in dem aus nicht genügend erklärten Gründen[2]) ebensoviel Stickstoff bei der Ernte mehr gefunden wurde, als in dem einen der ohne Pflanzen gelassenen Töpfe, war der Verlust im Durchschnitte von je 3 Parallelversuchen mit

Erbsen = 0,8567 g oder 9,83 } % des bei der Saat
Klee = 0,6588 „ „ 7,07 } vorhandenen Stickstoffs.

In diesen Thatsachen haben wir auch die Erklärung dafür zu erblicken, daß bei den Versuchen von Frank[3]) in dem sterilisirten Ackerboden die Lupinen zwar keine Knöllchen bildeten, also wohl auch gar nicht die Fähigkeit zur Aufnahme des atmosphärischen Stickstoffs hatten, daß sie aber trotzdem üppiger wuchsen als die mit Knöllchen versehenen Lupinen in dem gleichen nicht sterilisirten Boden. Dagegen lagen in Frank's Versuchen diese Verhältnisse bei Anwendung gemergelten Flugsandes gerade umgekehrt. Jedenfalls genügte nur im ersten

1) Tageblatt der 57. Naturforscherversammlung 1884. S. 176.
2) Wahrscheinlich Wirkung der Düngung mit Phosphorsäure.
3) Tageblatt der Naturforscherversammlung zu Wiesbaden 1887. S. 364.

Falle der gebundene Bodenstickstoff zur Ernährung der Versuchspflanzen und hatten es dieselben deshalb nicht nöthig zum atmosphärischen Stickstoff zu greifen, während dies in dem Flugsande Bedingung ihres Gedeihens war.

Aus alle dem, was bis jetzt über die Stickstofffrage gearbeitet ist, können wir sonach zur Zeit nur folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Leguminosen haben die Fähigkeit, wahrscheinlich durch Symbiose mit Spaltpilzen, von freiem atmosphärischen Stickstoff zu leben.
2. Sie machen hiervon aber nur dann ausgiebigen Gebrauch, wenn im Boden außerordentlich wenig gebundener Stickstoff vorhanden ist.
3. Nicht alle Leguminosen büßen beim Vorhandensein gebundenen Stickstoffs gleich schnell oder gleich stark die Fähigkeit freien Stickstoff aufzunehmen ein. Bei Pferdebohnen geht z. B. diese Fähigkeit leichter verloren als bei Klee oder Lupinen.
4. Auf Lupinenboden besitzt die Fähigkeit der Leguminosen, freien Stickstoff zu binden, wahrscheinlich eine große wirthschaftliche Bedeutung.
5. Auf allen besseren Kulturböden darf der Landwirth dieser Fähigkeit der Leguminosen nur wenig, meist gar keine wirthschaftschaftliche Bedeutung beilegen.
6. Trotzdem sind auch für diese Böden die Leguminosen als Stickstoffsammler zu bezeichnen, weil sie im Stande sind allen gebundenen Stickstoff festzuhalten, der in löslicher Form nach und nach in den Boden gelangt, sei es durch die Düngung, durch Zersetzungen unlöslicher Stickstoffverbindungen, durch Thaubildung, im Regen, oder aus der Luft durch Absorption des Bodens, oder durch die Thätigkeit von Mikroorganismen des Bodens (?).
7. Diese Fähigkeit der Leguminosen hängt damit zusammen, daß ihre Stickstoffaufnahme nicht, wie bei den Getreidearten, eine kurze Zeit lang bedeutend ist, um dann fast aufzuhören, sondern vielmehr meist ungefähr parallel ihrem Wachsthum verläuft. Dazu kommt, daß dies am bedeutendsten ist im Hochsommer, also zu derselben Zeit, in welcher aus der Atmosphäre die größte Menge gebundenen Stickstoffs in den Boden gelangt und in welcher alle Zersetzungen im Boden am intensivsten verlaufen, während gleichzeitig die Getreidepflanzen schon aufgehört haben Stickstoff aufzunehmen.

Schluß.

Kommen wir zum Schlusse, so betone ich nochmals, daß es nicht in dem Plane der vorstehenden Arbeit gelegen hat, dem Landwirthe neue Düngungsrecepte zu liefern, sondern daß es das Ziel derselben nur war dazu beizutragen, daß der Widerspruch verschwinden möge, der z. Z. noch zwischen der Theorie und der Praxis der Düngung besteht. Beide würden in den letzten Jahrzehnten entschieden weiter gekommen sein, wenn die Großartigkeit und Unanfechtbarkeit der Lehren Liebig's nicht dazu geführt hätte, daß weite Kreise der Theoretiker und Praktiker in der Chemie der Düngung deren ganzes Wesen erkannt zu haben meinten und alles zu ignoriren suchten, was dabei nicht als einfache chemische Reaction zu durchschauen war.

Charakteristisch für diesen Zustand ist es z. B., daß in dem, übrigens in seiner Art wohl nicht leicht zu übertreffenden, vorzüglichen und deshalb außerordentlich weit verbreiteten Buche von Wagner „Einige praktisch wichtige Düngungsfragen", die Wirkungen des Stallmistes auf 1 Seite und 1¼ Zeilen abgehandelt werden. Dies läßt sich selbstverständlich aber eben so wenig mit einer geringeren Wichtigkeit desselben für den Wirthschaftsbetrieb rechtfertigen wie damit, daß die Behandlung und Verwendung desselben z. Z. rationeller betrieben würde als die der käuflichen Dungstoffe. Verstehen läßt sich aber die Vorliebe der Chemiker für künstliche Düngemittel durch die Thatsache, daß deren Wirkungen leicht als chemische Reactionen zu erklären sind, während die Complicirtheit der Umsetzungen und der Wirkungsweise des Stallmistes eine leicht verständliche Darstellung derselben erschwert. Wollen wir vorwärts kommen in der Düngerlehre, so müssen wir aufhören, den Effect der Düngung nur zu prüfen an dem Schlusse der Reaction, die wir durch Auslegen des Samenkornes und Ausstreuen des Düngers glauben eingeleitet zu haben. Wir müssen vielmehr die physiologischen Vorgänge zu studiren suchen, welche sich in wechselnder Reihenfolge nach und nach im Leben der Pflanze abspielen und die zweckmäßigste Art ihrer Ernährung bedingen. Es genügt aber hierbei nicht, lediglich auf das zurückzugreifen, was uns die Pflanzenphysiologie im Allgemeinen lehrt. Vielmehr muß in erheblich höherem Maaße als dies bis jetzt üblich ist, eine specielle Physiologie der einzelnen Kulturpflanzen, d. h. die Lehre vom speciellen Pflanzenbau, zum Ausgangspunkte für Reflexionen auf dem Gebiete der Düngerlehre gemacht werden. Vieles lehren uns hierüber schon jetzt die practischen Erfahrungen beim Pflanzenbau und die zahlreichen, in der letzten Zeit etwas aus der Mode

gekommenenen, Vegetationsversuche, deren Zusammenfassung in der vorliegenden Arbeit versucht wurde.

Die praktische Beobachtung hat unter Anderem gezeigt, daß von dem Nährstoffbedürfnisse einer Pflanze, welches durch deren Zusammensetzung angezeigt ist, ihr Düngerbedürfniß unterschieden werden muß, und ist dies eine Thatsache, welche den Landwirthen längst bekannt und z. B. von J. Kühn in seinen Vorlesuugen stets ausdrücklich präcisirt ist, und die auch von den Agrikulturchemikern, namentlich von Wagner neuerdings gebührend gewürdigt worden ist. Der Vergleich der Ernährungsversuche hat dagegen gezeigt, daß die zahlenmäßige und graphische Darstellung des Verhältnisses, welches zwischen der Production organischer Substanz und der Nährstoffaufnahme besteht, wenn die Pflanze nicht ganz abnorm gewachsen war, ein wichtiges Hülfsmittel ist, um die Ursachen dieser Erscheinung zu erkennen. Sehen wir doch fast überall mit der größten Deutlichkeit beim Vergleiche der Curven der organischen Substanz mit denen der Nährstoffaufnahme, daß

a) ein relativ starkes Ansteigen der letzteren während der Jugendzeit der Pflanze die Nothwendigkeit der Zufuhr des betreffenden Stoffes in der leichtlöslichen Form käuflicher Dungstoffe bedeutet (Getreide, Raps 2c.).

b) Je steiler das Ansteigen auch der Curve der organischen Substanz während der Zeit starken Stoffbedarfes ist, desto stärker tritt das nach a) etwa angezeigte Düngerbedürfniß hervor (Gerste—Hafer oder Pferdebohne—Lupine).

c) Unbedeutende Verschiedenheit resp. ungefährer Parallelismus im Verlaufe der Curven der organischen Substanz und der Stoffaufnahme sind in der Weise zu deuten, daß die Pflanze auf allmälig in Lösung übergehende Nährstoffe angewiesen ist, wie sich dieselben in langsam sich zersetzenden Resten früherer Düngungen im Boden befinden (Kleearten), oder auf den nach und nach aus der Atmosphäre in den Boden gelangenden Stickstoff (Klee und Hülsenfrüchte).

d) Ein relativ steileres Ansteigen der Nährstoffcurven gegen das Ende der Vegetation (Kartoffeln, Kohlrüben, Hülsenfrüchte) oder ein gesteigertes Nährstoffbedürfniß, welches erst im Hochsommer nach längerer Zeit einer langsamen Vegetation auftritt, also zu der Zeit, während welcher die Umsetzungen im Boden sehr lebhaft sind, ist anzusehen als ein Zeichen dafür, daß die betreffende Pflanze (Mais, Zuckerrübe, Hülsenfrüchte, Kohl, Cichorie) für eine Düngung mit dem allmälig sich zersetzenden Stallmiste dankbar sei.

Wir sehen hieraus, daß ein Düngerbedürfniß identisch sein kann mit einem in irgend einer Wachsthumsperiode gesteigerten Nährstoffbedürfnisse und daß die Art seiner Befriedigung sich wesentlich nach eben dieser Periode richten muß. Wir haben aber gesehen, daß das Düngerbedürfniß einer Pflanze gesteigert oder vermindert, ja vielleicht sogar hervorgerufen werden kann durch ein geringeres Aneignungsvermögen der Pflanze für Nährstoffe und sahen z. B. beim Vergleiche zwischen Gerste und Hafer, daß die Ursache hierfür in einer quantitativ verschiedenartigen Entwicklung des Wurzelsystems zu suchen sei.

Endlich konnten wir uns, im Hinblick auf die vielfach von tüchtigen Praktikern gemachte Beobachtung, daß alle modernen Züchtungen von Getreide- und Rüben-Sorten eine stärkere Düngung verlangen und lohnen als die alten Landschläge derselben Art, der Thatsache nicht verschließen, daß das Düngerbedürfniß der Kulturpflanzen auch bis zu einem gewissen Grade eine angezüchtete Eigenschaft der Kulturformen sei. Nur aus der Gesammtheit aller bei der Kultur einer Pflanze in Betracht zu ziehenden Eigenschaften heraus, nicht aber allein unter Berücksichtigung ihres Nährstoffgehaltes zur Reifezeit, läßt sich hiernach beurtheilen, weshalb derselben ein bestimmter Platz in der Fruchtfolge oder eine bestimmte Düngung gegeben werden muß.

Sehr vieles läßt sich ja schon aus den bis jetzt ausgeführten Arbeiten ersehen, aber im Großen und Ganzen ist doch nur erst der Anfang dazu gemacht worden, um auf diesem Gebiete zu der Klarheit zu gelangen, welche die Praxis der Landwirthschaft in solchen Dingen von theoretischen Vertretern ihres Berufes verlangen muß. Unendlich viel bleibt dagegen in dieser Richtung noch zu arbeiten übrig, und würde der Zweck der vorliegenden Untersuchungen erreicht sein, wenn dieselben zu allgemeinerer Bearbeitung der darin erörterten Fragen anregen sollten.

Tabelle I a.

100 Pflanzen der Victoriaerbsen ohne Stickstoffdüngung enthalten g.

	Datum	Saatgut	1. Ernte 18/V	2. Ernte 2/VI	3. Ernte 17/VI	4. Ernte 1/VII	5. Ernte 15/VII	6. Ernte 29/VII
Trockensubstanz	Früchte	30,738					175,283	372,462
	Kraut		21,135	57,326	170,022	358,573	343,352	252,391
	Wurzeln		14,184	36,506	42,937	79,965	91,706	66,155
Asche	Früchte	0,9683					8,7041	15,8967
	Kraut		2,4954	6,5277	16,5197	27,1440	30,4004	33,1844
	Wurzeln		2,4794	7,6607	9,6365	24,7269	31,4653	26,8133
Org. Substanz	Früchte	29,770					166,534	356,565
	Kraut		18,640	50,798	153,503	331,429	312,952	219,207
	Wurzeln		11,705	28,845	33,301	55,238	60,241	39,342
Kieselsäure und Sand	Früchte	0,0051					0,2295	0,0493
	Kraut		} 0,5051	1,5917	0,7287	1,9060	5,0660	4,2547
	Wurzeln				3,2140	8,3709	11,1048	8,1609
Kieselsäurefreie Asche	Früchte	0,9632					8,4746	15,8474
	Kraut		} 4,4697	12,5967	15,7910	25,2380	25,3344	28,9297
	Wurzeln				6,4225	16,3560	20,3605	18,6524
Stickstoff	Früchte	1,3064					5,3535	11,4793
	Kraut		1,0048	1,7719	4,7558	6,6874	4,6799	2,9227
	Wurzeln		0,5464	1,0996	1,3478	1,9183	1,8259	1,1862
Kali	Früchte	0,4518					} 7,6436	6,3661
	Kraut		} 1,3092	3,6604	6,4511	6,3478		3,9662
	Wurzeln					1,3916	1,2989	0,9058
Phosphorsäure	Früchte	0,3152					} 3,0182	4,0318
	Kraut		} 0,4795	0,8360	1,1502	1,4731		0,7613
	Wurzeln					0,5431	0,5086	0,3439
Kalk	Früchte	0,0230					} 11,3750	14,0467
	Kraut		} 0,6606	2,2917	4,3900	7,0975		
	Wurzeln				0,7697	5,7224	6.7000	6,1202
Magnesia	Früchte	0,0681					} 3,1887	} 2,9824
	Kraut		} 0,3343	1,0000	1,5669	1,6083		
	Wurzeln				0,3657	1,4366		0,4748

Tabelle I b.

100 Pflanzen der mit Stickstoff gedüngten Victoriaerbsen enthalten g.

	Datum	Saatgut	I 18/5	II 2/6	I 17/6	IV 1/7	V 15/7	VI 29/7
Trockensubstanz	Früchte	30,738					162,842	309,429
	Kraut		20,450	61,318	163,753	309,738	325,486	298,758
	Wurzeln		12,839	35,724	44,183	67,441	103,128	91,857
Asche	Früchte	0,9683					8,4434	14,4720
	Kraut		2,4581	7,1938	16,9304	24,2927	31,5418	43,6754
	Wurzeln		2,2120	7,8400	10,1893	21,6797	33,2361	37,2644
Org. Substanz	Früchte	29,770					154,399	294,957
	Kraut		17,992	54,124	146,823	285,445	293,944	255,083
	Wurzeln		10,627	27,884	33,994	45,761	69,892	54,593
Kieselsäure und Sand	Früchte	0,0051					0,1830	0,1067
	Kraut		} 0,5170	2,0276	0,6487	1,7780	5,8600	7,6890
	Wurzeln				3,4127	7,6768	12,1835	11,7412
Kieselsäurefreie Asche	Früchte	0,9632					8,2604	14,3653
	Kraut		} 4,1531	13,0062	16,2817	22,5147	25,6818	35,9864
	Wurzeln				6,7766	14,0029	21,0526	25,5232
Stickstoff	Früchte	1,3064					5,3542	10,8145
	Kraut		1,0683	1,9051	4,2674	7,0496	5,1492	4,5202
	Wurzeln		0,5371	1,3647	1,3221	1,5916	2,3792	1,9547
Kali	Früchte	0,4518					} 8,2838	5,5712
	Kraut		} 1,1943	4,1681	6,0557	6,6812		6,0118
	Wurzeln					1,5014	1,8260	1,4722
Phosphorsäure	Früchte	0,3152					} 2,7048	3,3344
	Kraut		} 0,4686	0,6513	1,1275	1,2356		1,1452
	Wurzeln					0,4324	0,6966	0,5381
Kalk	Früchte	0,0230					} 11,0450	13,8467
	Kraut		} 0,6681	2,5100	4,3500	6,8925		
	Wurzeln				0,7141	2,8315	6,2026	7,2922
Magnesia	Früchte	0,0681						
	Kraut		} 0,4561	1,3075	0,9473	1,4921	} 3,6709	4,2120
	Wurzeln				0,7859	1,3021		

Tabelle I c.

100 Buchsbaumerbsenpflanzen enthielten g.

	Ernten Datum	Saatgut	I 27/5	II 17/6	III 1/7	IV 15/7
Trockensubstanz	Früchte	15,424			89,398	189,450
	Kraut		17,050	77,963	118,914	88,252
	Wurzeln		11,990	15,373	44,612	56,710
Asche	Früchte	0,5217			4,6317	8,9610
	Kraut		2,2032	10,0549	13,9724	13,6032
	Wurzeln		2,5898	3,0834	5,7187	23,6318
Organische Substanz	Früchte	14,902			84,766	180,489
	Kraut		14,847	67,908	104,942	74,649
	Wurzeln		9,400	12,290	38,893	33,078
Kieselsäure und Sand	Früchte	0,0040			0,2860	0,1867
	Kraut		} 0,5212	0,7800	1,5800	2,2222
	Wurzeln			0,8537	3,5550	7,1735
Kieselsäurefreie Asche	Früchte	0,5177			4,3456	8,7743
	Kraut		} 4,2718	9 2749	12,3924	11,3810
	Wurzeln			2,2297	2,1637	16,4583
Stickstoff	Früchte	0,6416			3,1352	6,5057
	Kraut		0,7648	3,0491	3,3748	1,8612
	Wurzeln		0,4928	0,4798	1,1272	1,1665
Kali	Früchte	0,2496			1,3257	2,9589
	Kraut		} 1,3216	2,4372	2,1604	1,6586
	Wurzeln				1,2869	1,2749
Phosphorsäure	Früchte	0,1698			0,6886	1,8927
	Kraut		} 0,3034	0,5577	0,4758	0,4052
	Wurzeln				0,3239	0,4544
Kalk	Früchte	0,0178			0,8825	} 7,2200
	Kraut		} 0,6833	2,1050	4,3200	
	Wurzeln			0,2939	3,0450	4,8274
Magnesia	Früchte	0,0375			0,4187	} 1,5056
	Kraut		} 0,4382	0,8325	0,8636	
	Wurzeln				0,8259	0,7195

Tabelle I d.

100 Pflanzen der Ackerpferdebohne enthielten g.

	Ernte Datum	Saatgut	I 2/6	II 24/6	III 11/7	IV 29/7	V 26/8
Trockensubstanz	Früchte	35,532				238,892	533,446
	Kraut		30,182	142,227	412,720	633,235	712,023
	Wurzeln		28,695	114,219	242,096	293,658	229,590
Asche	Früchte	1,2934				16,5767	33,1537
	Kraut		4,5333	20,6528	52,4485	73,3856	100,3953
	Wurzeln		5,5954	40,7773	106,7999	112,6883	47,5502
Organ. Substanz	Früchte	34,239				222,315	500,292
	Kraut		25,649	121,574	360,272	559,849	611,628
	Wurzeln		23,100	73,442	135,296	180,970	182,040
Kieselsäure u. Sand	Früchte	0,0049				0,4392	1,8775
	Kraut		} 2,4864	1,9908	6,9918	9,8740	24,4425
	Wurzeln			19,2545	47,7425	34,3067	10,5660
Kieselsäurefr. Asche	Früchte	1,2885				16,1375	31,2762
	Kraut		} 7,6423	18,6620	45,4567	63,5116	75,9528
	Wurzeln			21,5227	59,0574	78,3816	36,9842
Stickstoff	Früchte	1,7535				11,8466	23,5463
	Kraut		1,6012	6,1214	13,3927	16,6984	16,0134
	Wurzeln		1,0466	3,0702	4,7765	6,6220	6,3528
Phosphorsäure	Früchte	0,5063				} 6,9610	6,3420
	Kraut		} 0,8100	1,3516	2,9031		3,4669
	Wurzeln				1,5608	0,9927	1,3915
Kali	Früchte	0,5509				21,2818	12,4191
	Kraut		} 2,2219	4,0417	16,3086		13,2836
	Wurzeln				2,3999	1,7503	2,2698
Kalk	Früchte	0,0559				} 20,1100	32,5375
	Kraut		} 1,2980	4,7958	9,0417		
	Wurzeln			3,2619	13,7452	22,4196	11,4886
Magnesia	Früchte	0,0835				4,9169	} 7,0194
	Kraut		} 0,6231	2,6333	2,3143		
	Wurzeln				1,9691	2,2509	2,0639

Tabelle I e.

100 Pflanzen Erfurter Puffbohnen enthielten g.

	Nr. der Ernte Datum	Saatgut	I 2/6	II 24/6	III 11/7	IV 29/7	V 16/8
Trockensubstanz	Früchte	164,729				312,180	799,078
	Kraut		76,709		577,895	625,352	593,403
	Wurzeln		80,729	312,340	384,357	325,669	335,340
				202,202			
Asche	Früchte	6,4738				20,4696	45,3317
	Kraut		9,8556		68,0182	84,9603	93,2889
	Wurzeln		12,0828	45,5642	165,4388	108,8939	143,9480
				65,2850			
Organ. Substanz	Früchte	158,255				291,710	753,746
	Kraut		66,854		509,877	540,392	500,114
	Wurzeln		68,646	266,776	218,918	216,775	191,392
				136,917			
Kieselsäure u. Sand	Früchte	0,0420				1,0090	2,1533
	Kraut		1,8359		7,8300	13,0740	14,4220
	Wurzeln		3,8352	7,2590	67,7183	31,6993	33,6540
				29,1240			
Kieselsäurefr. Asche	Früchte	6,4318				19,4606	43,1784
	Kraut		8,0197		60,1882	71,8863	78,8669
	Wurzeln		8,2476	38,3052	97,7205	77,1946	110,2940
				36,1610			
Stickstoff	Früchte	8,0931				12,7369	32,8820
	Kraut		4,3686		17,6662	15,9215	13,5711
	Wurzeln		3,3099	11,7378	8,2906	7,1354	7,2903
				6,0539			
Phosphorsäure	Früchte	2,1079				} 7,0090	8,2534
	Kraut		1,0054	} 2,9975	3,3323		2,2761
	Wurzeln		1,1408		2,4180	2,3140	1,7786
Kali	Früchte	2,2079				} 23,2606	17,4887
	Kraut		1,2097	} 3,1794	} 19,9950		10,4868
	Wurzeln		0,9657			3,8398	3,8484
Kalk	Früchte	0,2738				} 22,4900	30,3900
	Kraut		} 2,5366	10,5250	} 37,220		
	Wurzeln			6,0654		24,2625	33,9588
Magnesia	Früchte, Kraut, Wurzeln	} 0,3939	1,2384	4,2120	7,1752	9,0161	11,6562

Tabelle II.

Gehalt von 100 Pflanzen in g.

Datum.	Länge der Periode Tage	Trockensubstanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Victoriaerbsen ohne Chilisalpeter.									
4. Mai		30,738	29,770	0,9632	1,3064	0,4518	0,0230	0,0681	0,3152
18. "	14	35,319	30,345	4,4697	1,5512	1,3092	0,6606	0,3343	0,4795
2. Juni	15	93,832	79,643	12,5967	2,8715	3,6604	2,2917	1,0000	0,8360
17. "	14	212,959	186,804	22,2135	6,1036	6,4511	5,1597	1,9326	1,1502
1. Juli	14	438,538	386,667	41,5940	8,6057	7,7394	10,8199	3,0449	2,0162
15. "	14	610,296	539,727	54,1695	11,8593	8,9425	18,0750	3,1887	3,5268
29. "	14	691,008	615,114	63,4295	15,5882	11,2381	20,1669	3,4572	5,1370
Victoriaerbsen mit Chilisalpeter.									
4. Mai		30,738	29,770	0,9632	1,3064	0,4518	0,0230	0,0681	0,3152
18. "	14	33,289	28,619	4,1531	1,6054	1,1943	0,6681	0,4561	0,4686
2. Juni	15	97,042	81,008	13,0062	3,2698	4,1681	2,5100	1,3075	0,6513
7. "	14	207,936	180,817	23,0583	6,5895	6,0557	5,0641	1,7332	1,1275
1. Juli	14	377,179	331,206	36,5176	8,6412	8,1826	9,7240	2,7942	1,6680
15. "	14	591,456	518,235	54,9948	12,8826	10,1098	17,2476	3,6709	3,4014
29. "	14	700,044	604,633	75,8749	17,2894	13,0552	21,1389	4,2120	5,0177
Buchsbaumerbsen.									
4. Mai		15,424	14,902	0,5177	0,6416	0,2496	0,0178	0,0375	0,1698
27. "	23	29,040	24,247	4,2718	1,2576	1,3216	0,6833	0,4382	0,3034
17. Juni	21	93,336	80,198	11,5046	3,5289	2,4372	2,3989	0,8325	0,5577
1. Juli	14	252,924	229,601	18,9018	7,6372	4,7730	8,2475	2,1082	1,4883
15. "	14	334,412	288,216	36,6136	9,5334	5,8924	12,0474	2,2251	2,7522
Kleine Pferdebohnen.									
16. Mai		35,532	34,239	1,2885	1,7535	0,5509	0,0559	0,0835	0,5063
2. Juni	17	58,877	48,749	7,6423	2,6478	2,2219	1,2980	0,6231	0,8100
24. "	22	256,446	195,016	40,1847	9,1916	8,4750	8,0577	2,6333	1,3516
11. Juli	17	654,816	495,568	104,5141	18,1692	18,7085	22,7869	4,2834	4,4639
29. "	18	1165,785	963,134	158,0307	35,1670	23,0321	42,5296	7,1678	7,9537
26. Aug.	28	1475,059	1293,960	144,2132	45,9125	27,9725	44,0261	8,7917	11,2004
Erfurter Puffbohnen.									
16. Mai		164,927	158,255	6,4318	8,0931	2,2079	0,2738	0,3939	2,1079
2. Juni	17	157,438	135,500	16,2673	7,6785	2,1754	2,5366	1,2384	2,1462
24. "	22	514,542	403,687	74,4662	17,7917	13,9550	16,5904	4,2120	2,9975
11. Juli	17	962,252	728,795	157,9087	25,9568	19,9950	37,2700	7,1752	5,7503
29. "	18	1263,201	1048,877	168,5415	35,7938	27,1004	46,7525	9,0161	9,3230
16. Aug.	18	1727,821	1445,252	232,3393	53,7434	31,8239	64,3488	11,6562	12,3081

Tabelle III.

Zunahme von 100 Pflanzen in g.

Dauer der Periode von	bis	Tage	Organische Substanz	Kieselfreie Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
Victoriaerbsen ohne Chilisalpeter.									
4. Mai	18. Mai	14	0,575	3,5065	0,2448	0,8574	0,6376	0,2662	0,1643
18. "	2. Juni	15	49,298	8,1270	1,3203	2,3512	1,6311	0,6657	0,3565
2. Juni	17. "	14	107,161	9,6168	3,2321	2,7907	2,8680	0,9326	0,3142
17. "	1. Juli	14	199,863	19,3805	2,5021	1,2883	5,6602	1,1123	0,8660
1. Juli	15. "	14	153,060	12,5755	3,2536	1,2031	7,2551	0,1438	1,5106
15. "	29. "	14	75,387	9,2600	3,7289	2,2956	2,0919	0,2685	1,6102
Victoriaerbsen mit Chilisalpeter.									
4. Mai	18. Mai	14	Abnhme	3,1899	0,2990	0,7425	0,6451	0,3880	0,1534
18. "	2. Juni	15	52,389	8,8531	1,6644	2,9738	1,8419	0,8514	0,1827
2. Juni	17. "	14	99,809	10,0521	3,3197	1,8876	2,5541	0,4257	0,4762
17. "	1. Juli	14	150,389	13,4593	2,0517	2,1269	4,6599	1,0610	0,5405
1. Juli	15. "	14	187,029	18,4772	4,2414	1,8272	7,5236	0,8767	1,7334
15. "	29. "	14	86,398	20,8801	4,4068	2,9454	3,8913	0,5411	1,6163
Buchsbaumerbsen									
4. Mai	27. Mai	23	9,339	3,7541	0,6160	1,0720	0,6655	0,4007	0,1333
27. "	17. Juni	21	55,951	7,2328	1,2713	1,1156	1,7156	0,3943	0,2546
17. Juni	1. Juli	14	149,403	7,3972	4,1083	2,3358	5,8486	1,2757	0,9308
1. Juli	15. "	14	58,615	17,7118	1,8962	1,1194	3,7999	0,1169	1,2640
Kleine Pferdebohnen.									
16. Mai	2. Juni	17	14,510	6,3538	0,8943	1,6710	1,2421	0,5396	0,2037
2. Juni	24. "	22	146,267	32,5424	6,5438	6,2531	6,7597	2,0102	0,5416
24. "	11. Juli	17	300,552	64,3294	8,9776	10,2335	14,7292	1,6501	3,1123
11. Juli	29. "	18	467,566	53,5166	16,9978	4,3236	19,7427	2,8844	3,4898
29. "	26. Aug.	28	330,826	Abnhme	10,7455	4,9404	1,4965	1,6239	3,2467
Erfurter Puffbohnen.									
16. Mai	2. Juni	17	Abnhme	9,8355	Abnhme	Abnhme	2,2628	0,8445	0,0383
2. Juni	24. "	22	268,187	58,1989	10,1132	11,7796	14,0538	2,9736	0,8513
24. "	11. Juli	17	325,108	83,4425	8,1651	6,0400	20,6296	2,9632	2,7526
11. Juli	29. "	18	320,082	10,6328	9,8370	7,1054	9,5325	1,8409	3,5727
29. "	16. Aug.	18	396,375	63,7978	17,9496	4,7235	17,5963	2,6401	2,9851

Tabelle IV.

Stoffaufnahme in den einzelnen Perioden, ausgedrückt in Procenten der gesammten Stoffaufnahme.

Dauer der Periode von	bis	Trocken-substanz	Organische Substanz	Asche	Stickstoff	Kali	Kalk	Magnesia	Phosphorsäure
			Victoriaerbsen ohne Chilisalpeter.						
4. Mai	18. Mai	6,9	1,0	5,6	1,7	8,0	3,2	7,9	3,4
18. „	2. Juni	2,7	7,5	13,0	9,3	21,8	8,1	19,6	7,4
2. Juni	17. „	18,0	18,4	15,4	22,6	25,9	14,2	27,5	6,5
17. „	1. Juli	34,2	34,1	31,0	17,5	11,9	28,1	32,8	18,0
1. Juli	15. „	26,0	26,1	20,2	22,9	11,2	36,0	4,3	31,3
15. „	29. „	12,2	12,9	14,8	26,0	21,2	10,4	7,9	33,4
			Victoriaerbsen mit Chilisalpeter.						
4. Mai	18. Mai	3,8	—	4,3	1,9	5,9	3,1	9,4	3,3
18. „	2. Juni	6,1	8,9	11,8	10,4	23,6	8,7	20,5	3,8
2. Juni	17. „	16,6	17,4	13,4	20,8	15,0	12,1	10,3	10,2
17. „	1. Juli	25,3	26,1	18,0	12,9	16,8	22,1	25,6	11,4
1. Juli	15. „	32,0	32,6	24,6	26,4	15,3	35,6	21,1	36,9
15. „	29. „	16,2	15,0	27,9	27,6	23,4	18,3	13,1	34,4
			Buchsbaumerbsen.						
4. Mai	27. Mai	4,3	3,4	10,4	6,9	19,0	5,5	18,3	5,2
27. „	17. Juni	20,1	20,5	20,0	25,6	17,8	14,3	18,1	9,8
17. Juni	1. Juli	50,0	54,1	20,5	46,1	41,4	48,8	58,2	36,1
1. Juli	15. „	25,6	22,0	49,1	21,4	19,8	31,4	5,4	48,9
			Kleine Pferdebohnen.						
16. Mai	2. Juni	1,6	1,2	4,1	2,0	6,1	2,8	6,2	1,9
2. Juni	24. „	13,8	11,6	20,8	14,8	22,8	15,3	23,1	6,0
24. „	11. Juli	27,7	23,8	41,0	20,4	37,3	33,2	19,0	29,1
11. Juli	29. „	35,4	37,1	34,1	38,5	15,8	48,7	33,1	32,6
29. „	26. Aug.	21,5	26,3	Abnhe.	24,3	18,0	Abnhme	18,6	30,4
			Erfurter Puffbohnen						
16. Mai	2. Juni	Abnhe.	Abnhe.	4,3	Abnhme	Abnhme	3,5	7,5	0,4
2. Juni	24. „	22,4	19,1	25,8	21,2	39,7	22,0	26,4	8,3
24. „	11. Juli.	28,6	25,2	37,0	17,9	20,4	32,2	26,4	27,0
11. Juli	29. „	19,3	26,1	4,7	21,6	23,9	14,8	16,2	35,0
29. „	16. Aug.	29,7	29,6	28,2	39,3	6,0	27,5	23,5	29,3

Analytische Belege.

Asche- und Trockensubstanzbestimmungen.

1—6. 1ste bis 6te Ernte, S. = Samen, Fr. = Früchte, Kr. = Kraut, W. = Wurzeln.

A. Buchsbaumerbsen.

Bezeichnung der Probe	Angewandte lufttr. Substz. g	Trockensubstz. g	Trockensubstz. % der lufttr Substanz	Asche g	Asche % der Trock-Substanz
S.	9,3287	7,9986	85,64		
		2,4348		0,0825	3,39
1 Kr.	1,0827	1,0185	93,56	0,1316	12,92
1 W.	1,1972	1,1015	92,30	0,2379	21,60
2 Kr.	2,6740	2,5510	95,40	0,3290	12,90
2 W.	2,2755	2,0217	88,50	0,4055	20,06
3 Fr.	1,8636	1,6502	88,55	0,0855	5,18
3 Kr.	2,8328	2,6232	92,60		
		1,5797		0,1856	11,75
3 W.	1,4057	1,2418	88,34	0,1406	11,32
4 Fr.	3,4708	3,1964	92,09	0,1512	4,73
4 Kr.	1,3773	1,2391	89,97	0,1910	15,41
4 W.	1,8754	1,6755	89,34	0,6982	41,67

B. Victoriafelderbsen ohne Chilidüngung.

Bezeichnung der Probe	Angewandte lufttr. Substz. g	Trockensubstz. g	Trockensubstz. % der lufttr Substanz	Asche g	Asche % der Trock-Substanz
S.	5,00	4,2258	84,52		
		2,0924		0,0660	3,15
1 Kr.	5,9336	5,5214	93,05		
		1,1620		0,1490	11,81
1 W.	9,5598	8,7310	91,33		
		1,5623		0,2731	17,48
2 Kr.	1,8270	1,6864	92,03		
		1,7336		0,1974	11,39
2 W.	2,0599	1,8899	91,70	0,3966	20,98
3 Kr.	1,9265	1,8228	94,63	0,1769	9,70
3 W.	2,1554	2,0220	93,81	0,4538	22,44
4 Kr.	2,5495	2,3435	91,92		
		1,8797		0,1423	7,57
4 W.	2,3383	2,1396	91,50	0,6616	30,92
5 Fr.	3,3543	3,1003	92,43	0,1540	4,97
5 Kr.	1,6697	1,5700	94,03	0,1390	8,85
5 W.	1,8761	1,7720	94,45	0,6080	34,31
6 Fr.	3,7982	3,5430	93,28	0,1512	4,27
6 Kr.	1,1160	1,0777	96,57	0,1417	13,15
6 W.	1,9242	1,8440	95,83	0,7474	40,53

C. Victoriafelderbsen mit Chilidüngung.

Bezeichnung der Probe	Angewandte lufttr. Substz. g	Trockensubstz. g	Trockensubstz. % der lufttr Substanz	Asche g	Asche % der Trockensubst.
S.	5,00	4,2258	84,52		
		2,0924		0,0660	3,15
1 Kr.	7,2118	6,6991	92,89		
		1,3650		0,1640	12,02
1 W.	10,1241	9,3854	92,70		
		1,5375		0,2649	17,23
2 Kr.	2,1700	1,9979	92,07	0,2344	11,73
2 W.	2,4903	2,2241	89,31	0,4881	21,95
3 Kr.	1,9677	1,8627	94,15	0,1926	10,34
3 W.	2,4551	2,2882	93,02	0,5277	23,06
4 Kr.	2,2431	2,0682	92,20	0,1622	7,84
4 W.	2,0927	1,9156	91,54	0,6158	32,15
5 Fr.	3,1400	2,9130	92,77	0,1444	4,96
5 Kr.	1,2216	1,1440	93,65	0,1094	9,56
5 W.	1,3289	1,1788	88,71	0,3799	32,23
6 Fr.	3,4482	3,3593	97,41	0,1571	4,68
6 Kr.	1,1590	1,1157	96,26	0,1631	14,62
6 W.	2,3115	2,2077	95,51	0,8956	40,57

D. Erfurter Puffbohnen.

Bezeichnung der Probe	Angewandte lufttr. Substz. g	Trockensubstz. g	Trockensubstz. % der lufttr Substanz	Asche g	Asche % der Trockensubst.
S.	5,00	4,2626	85,05		
		1,8978		0,0746	3,93
1 Kr.	1,9719	1,9155	97,14	0,2461	12,85
1 W.	2,1098	1,9355	91,74	0,2897	14,97
2 Kr.	2,0198	1,8137	89,80	0,2646	14,59
2 W.	2,7936	2,5676	91,91	0,8290	32,29
3 Kr.	1,8955	1,7773	93,76	0,2092	11,77
3 W.	1,7727	1,6133	91,01		
		2,0031		0,8622	43,04
4 Fr.	3,7738	3,5898	95,12	0,2354	6,56
4 Kr.	1,8692	1,7662	94,49	0,2370	13,59
4 W.	2,6473	2,5122	94,90	0,8410	33,44
5 Fr.	3,1849	3,0188	94,78	0,1722	5,67
5 Kr.	1,3756	1,3002	94,52	0,2044	15,72
5 W.	1,6824	1,5302	90,95	0,6441	42,93

E. Kleine Feldpuffbohnen.

Bezeichnung der Probe	Angewandte lufttrock. Substanz g	Trockensubstanz g	Trockensubstanz % der lufttr. Substz.	Asche g	Asche % der Trockensubstanz
S.	5,00	4,0060	80,12		
		2,3500		0,0856	3,04
1 Kr.	1,9150	1,8575	97,00	0,2790	15,02
1 W.	1,9333	1,8615	96,29	0,3630	19,50
2 Kr.	1,7637	1,6431	93,16	0,2400	14,52
2 W.	2,0285	1,8655	91,96	0,6661	35,70
3 Kr.	1,2261	1,1434	93,25	0,1453	12,71
3 W.	1 6258	1,4893	91,60	0,6570	44,11
4 Fr.	3,7143	3,5827	96,46	0,2486	6,94
4 Kr.	2,0905	2,0200	96,63	0,2341	11,59
4 W.	2,3600	2,2442	95,93	0,8612	38,37
5 Fr.	2,8750	2,6852	93,40	0,1669	6,21
5 Kr.	1,4108	1,2936	91,69	0,1824	14,10
5 W.	1,5742	1,4504	92,14	0,3006	20,72

Nr.	Bezeichnung der Proben	Angewandte Substanz lufttrock.	Angewandte Substanz trocken	Der Subst. entspr. cbcm Barytwasser	Gefunden g Stickstoff	Stickstoff in Procenten der lufttr. Subst.	Stickstoff in Procenten der Trockensubstanz	Mittel
	Buchsbaumerbsen.							
1	Saatgut	2,0000	—	36,30	0,071498	3,575	4,174	4,160
"	dito	—	1,2967	27,30	0,053771	—	4,146	
9	1. Ernte Kraut	1,5	—	33,95	0,066869	4,458		4,764
10	" Wurzeln	—	0,9224	19,25	0,037916	—	4,110	4,110
23	2. Ernte Kraut	—	1,7110	33,40	0,065786	—	3,845	3,911
"	dito	1,1022	—	21,20	0,041756	3,794	3,977	
24	" Wurzeln	—	0,7416	11,75	0,023143	—	3,121	3,121
34	3. Ernte Früchte	1,0044	—	16,10	0,031711	3,157	3,565	3,507
"	" "	—	1,1904	20,85	0,041067	—	3,450	
33	" Kraut	1,0023	—	13,55	0,026689	2,662	2,874	2,838
"	" "	—	1,6829	23,95	0,047173	—	2,803	
35	" Wurzeln	1,0017	—	11,35	0,022355	2,232		2,527
40	4. Ernte Früchte	—	1,3450	23,45	0,046188	—	3,434	
41	" Kraut	2,0	—	19,35	0,038113	1,906	2,118	2,109
"	" "	—	1,7576	18,75	0,036931	—	2,101	
42	" Wurzeln	2,0	—	18,35	0,036143	1,807	2,022	2,057
"	" "	—	1,7780	18,90	0,037226	—	2,093	

Nr.	Bezeichnung der Probe	Angewandte Substanz lufttrockn	Angewandte Substanz trocken	Der Subst. entspr. cbcm Barytwasser	Gefunden g Stickstoff	Stickstoff in Procenten der lufttr. Subst.	Stickstoff in Procenten der Trockensubstanz	Mittel

Victoriaerbsen ohne Chilisalpeter.

Nr.	Bezeichnung der Probe	lufttrockn	trocken	cbcm Barytwasser	g Stickstoff	lufttr. Subst.	Trockensubstanz	Mittel
2	Saatgut		1,2668	27,20	0,053574	—	4 229	4,250
	dito		1,2726	27,60	0,054362	—	4,271	
5	1. Ernte Kraut	2,2024	—	48,90	0,096315	4,373	4,700	4,754
〃	〃 〃	—	1,3558	33,10	0,065195	—	4,809	
6	〃 Wurzeln	2,000	—	35,55	0,070021	3,501	3,833	3,852
〃	〃 〃	—	1,4018	27,55	0,054264	—	3,871	
11	2. Ernte Kraut	2,0491	—	29,60	0,058301	2,845	3,091	
12	〃 Wurzeln	2,000	—	28,05	0,055248	2,762	3,012	
19	3. Ernte Kraut	1,4985	—	20,25	0,039885	2,662	2,813	2,797
〃	〃 〃	1,5006	—	20,05	0,039491	2,632	2,781	
20	〃 Wurzeln	1,9078	—	27,80	0,054756	2,870	3,051	3,139
〃	〃 〃	1,0017	—	15,40	0,030332	3,028	3,227	
29	4. Ernte Kraut	2,0025	—	17,55	0,034567	1,726	1,877	1,865
〃	〃 〃	—	1,9332	18,20	0,035847	—	1,854	
30	〃 Wurzeln	1,5073	—	16,50	0,032499	2,156	2,356	2,398
〃	〃 〃	1,0035	—	12,40	0,022424	2,234	2,441	
43	5. Ernte Früchte	2,0	—	28,25	0,055642	2,782	3,010	3,055
〃	〃 〃	—	1,3026	20,50	0,040378	—	3,100	
44	〃 Kraut	2,0	—	12,85	0,025310	1,265	1,345	1,363
〃	〃 〃	—	1,8328	12,85	0,025310	—	1,381	
45	〃 Wurzeln	2,0	—	18,20	0,035847	1,792	1,897	1,992
〃	〃 〃	—	2,1460	22,75	0,044809	—	2,088	
52	6. Ernte Früchte	2,0	—	28,35	0,055839	2,797	2,998	3,082
〃	〃 〃	—	1,3622	21,90	0,043135	—	3,166	
53	〃 Kraut	2,0	—	10,75	0,021174	1,059	1,097	1,158
〃	〃 〃	—	1,8979	11,75	0,023143	—	1,219	
54	〃 Wurzeln	2,0	—	17,35	0,034173	1,709	1,783	1,793
〃	〃 〃	—	1,8928	17,35	0,034173	—	1,804	

Victoriaerbsen mit Chilisalpeter.

Nr.	Bezeichnung der Probe	lufttrockn	trocken	cbcm Barytwasser	g Stickstoff	lufttr. Subst.	Trockensubstanz	Mittel
	Saatgut siehe ob.							
7	1. Ernte Kraut	2,1531	—	53,20	0,104784	4,867	5,240	5,224
〃	〃 〃	—	1,3150	35,35	0,069627	—	5,209	
8	〃 Wurzeln	1,0234	—	20,15	0,039688	3,878	4,183	
13	2. Ernte Kraut	1,6302	—	23,10	0,045436	2,787	3,027	3,107
〃	〃 〃	—	1,2577	20,35	0,040082	—	3,187	
14	〃 Wurzeln	0,9988	—	17,30	0,034075	3,412	3,820	
21	3. Ernte Kraut	2,0	—	25,65	0,050521	2,526	2,682	2,606
〃	〃 〃	—	1,7797	22,75	0,044809	2,383	2,531	
22	〃 Wurzeln	1,8112	—	25,65	0,050521	2,789		
31	4. Ernte Kraut	1,5050	—	16,35	0,032204	2,139	2,320	2,276
〃	〃 〃	2,0048	—	20,95	0,041263	2,058	2,232	
32	〃 Wurzeln	1,5024	—	17,05	0,033582	2,235	2,441	2,361
〃	〃 〃	—	1,7526	20,30	0,039984	—	2,281	

Nr	Bezeichnung der Probe	Angewandte Substanz lufttrocken	Angewandte Substanz trocken	Barytwasser ccm	Gefunden g Stickstoff	Stickstoff in Procenten der lufttr. Subst.	Stickstoff in Procenten der Trockensubstanz	Mittel

Victoriaerbsen mit Chilisalpeter.

Nr	Bezeichnung der Probe	lufttrocken	trocken	Barytwasser ccm	Gefunden g Stickstoff	lufttr. Subst.	Trockensubstanz	Mittel
46	5. Ernte Früchte	2,00	—	31,00	0,061059	3,053	3,291	3,288
〃	〃 〃	—	1,3278	22,15	0,043628	—	3,285	
47	〃 Kraut	2,0	—	14,85	0,029249	1,462	1,561	1,582
〃	〃 〃	—	1,8628	15,20	0,029939	—	1,604	
48	〃 Wurzeln	2,0	—	20,20	0,039787	1,989	2,242	2,307
〃	〃 〃	—	1,7430	21,00	0,041362	—	2,373	
49	6. Ernte Früchte	2,0	—	34,80	0,068543	3,427	3,518	3,495
〃	〃 〃	—	1,4064	24,80	0,048847	—	3,473	
50	〃 Kraut	2,0	—	14,40	0,028363	1,418	1,473	1,513
〃	〃 〃	—	1,9398	15,30	0,030135	—	1,554	
51	〃 Wurzeln	—	1.8690	20,00	0,039393	—	2,108	2,128
〃	〃 〃	—	1,6952	18,50	0,036438	—	2,149	

Erfurter Puffbohnen.

Nr	Bezeichnung der Probe	lufttrocken	trocken	Barytwasser ccm	Gefunden g Stickstoff	lufttr. Subst.	Trockensubstanz	Mittel
3	Saatgut	—	1,2954	32,05	0,063127	—	4,972	4,913
〃	〃	—	1,2842	31,65	0,062339	—	4,854	
15	1. Ernte Kraut	2,0	—	57,00	0,112269	5,613	5,778	5,695
〃	〃 〃	—	1,4570	41,65	0,082035	—	5,612	
16	〃 Wurzeln	2,0	—	38,35	0,075536	3,777	4,117	4,100
〃	〃 〃	1,0039	—	19,10	0,037620	3,747	4,084	
27	2. Ernte Kraut	1,0064	—	17,15	0,033780	3,356	3,737	3,758
〃	〃 〃	—	1,6706	32,05	0,063127	—	3,779	
28	〃 Wurzeln	1,0043	—	14,00	0,027575	2,745	2,987	2,994
〃	〃 〃	—	1,7454	26,60	0,052392	—	3,002	
38	3. Ernte Kraut	2,0073	—	28,35	0,055839	2,782	2,967	3,057
〃	〃 〃	—	1,7960	28,70	0,056529	—	3,147	
39	〃 Wurzeln	2,0010	—	19,30	0,038014	1,899	2,087	2,157
〃	〃 〃	—	1,7590	19,90	0,039196	—	2,228	
55	4. Ernte Früchte	2,0	—	38,90	0,076619	3,831	4,027	4,080
〃	〃 〃	—	1,3892	29,15	0,057415	—	4,133	
56	〃 Kraut		1,8742	24,00	0,047271	—	2,522	2,546
〃	〃 〃		1,8810	24,55	0,048355	—	2,570	
57	〃 Wurzeln	2,0	—	20,35	0,040082	2,004	2,112	2,191
〃	〃 〃	—	1,8525	21,35	0,042052	—	2,270	
61	5. Ernte Früchte	1,5	—	29,70	0,058498	3,900	4,115	4,115
〃	〃 〃	1,5	—	29,70	0,058498	3,900	4,115	
62	〃 Kraut	2 0	—	21,85	0,043037	2,152	2,277	2,287
〃	〃 〃	2,0	—	22,05	0,043431	2,171	2,297	
63	〃 Wurzeln	2,0	—	20,00	0,039393	1,970	2,166	2,174
〃	〃 〃	2,0	—	20,15	0,039688	1,984	2,181	

Kleine Feldpferdebohnen.

Nr	Bezeichnung der Probe	lufttrocken	trocken	Barytwasser ccm	Gefunden g Stickstoff	lufttr. Subst.	Trockensubstanz	Mittel
4	Saatgut	—	1,3520	34,00	0,066968	—	4,953	4,935
〃	〃	—	1,3140	32,80	0,064042	—	4,917	
17	1. Ernte Kraut	0,9990	—	26,10	0,051408	5,146	5,305	
18	〃 Wurzeln	1,0012	—	17,85	0,035158	3,512	3,647	

Nr.	Bezeichnung der Probe	Angewandte Substanz lufttr.	Angewandte Substanz trocken	Barytwasser ccm	Gefunden g Stickstoff	Stickstoff in Procenten der lufttr. Subst.	Stickstoff in Procenten der Trockensubstanz	Mittel
	Kleine Feldpferdebohnen.							
25	2. Ernte Kraut	1,0014	—	20,45	0,040279	4,022	4,317	4,304
"	" "	—	1,4090	30,70	0,060468	—	4,291	
26	" Wurzeln	1,0038	—	12,6	0,024817	2,472	2,688	
36	3. Ernte Kraut	2,0016	—	30,75	0,060566	3,026	3,245	3,251
"	" "	—	1,7388	28,75	0,056627	—	3,257	
37	" Wurzeln	2,0033	—	17,85	0,035168	1,755	1,916	1,973
"	" "	—	1,7266	17,80	0,035060	—	2,030	
58	4. Ernte Früchte	2,0	—	48,45	0,095429	4,771	4,946	4,959
"	" "	—	1,3802	34,85	0,068642	—	4,973	
59	" Kraut	2,0	—	25,55	0,050324	2,516	2.604	2,637
"	" "	—	1,9360	26,25	0,051703	—	2,670	
60	" Wurzeln	2,0	—	21,55	0,042446	2,122	2,212	2,255
"	" "	—	1,6624	19,40	0,038211	—	2,298	
64	5. Ernte Früchte	1,5	—	31,25	0,061551	4,103	4,393	4,414
"	" "	1,5	—	31,55	0,062142	4,143	4,435	
65	" Kraut	2,0	—	20,85	0,041067	2,053	2,239	2,249
"	" "	2,0	—	21,05	0,041461	2.073	2,260	
66	" Wurzeln	2,0	—	25,65	0,050521	2,526	2,741	2,767
"	" "	2,0	—	25,45	0,050127	2,556	2 794	

Darstellung der Aschenlösung.

1—6 = 1. bis 6. Ernte, S. = Samen, Fr. = Früchte, Kr. = Kraut, W. = Wurzeln.

A. Buchsbaumerbsen.

Bezeichnung der Probe		Veraschte lufttr. Substanz g	entspr. Pflanzen bez. Samen	erhalten Kieselsäure + Sand g
	S.	2,6565	509,2	0,0203
1	Kr.	5,6539	33	0,1720
	W.	4,2900		
2	Kr.	24,5167	30	0,2340
	W.	5,2167	30	0,2561
3	Fr.	20,1918	20	0,0572
	Kr.	25,6834	20	0,3160
	W.	10,1000	20	0,7110
4	Fr.	30,8571	15	0,0280
	Kr.	17,6571	18	0,4000
	W.	10,7909	17	1,2195

B. Victoria-Felderbsen ohne Chilidüngung.

Bezeichnung der Probe		Veraschte lufttr. Substanz g	entspricht Pflanzen bez. Samen	Erhalten Kieselsäure + Sand g
	S.	2,5840	266,86	0,0136
1	Kr.	18,1680	80	0,4045
	W.	12,4240		
2	Kr.	18,6872	30	0,4775
	W.	11,9430		
3	Kr.	26,9500	15	0,1093
	W.	13,7307	30	0,9642
4	Kr.	76,5030	20	0,3812
	W.	19,2267	22	1,8416
5	Fr.	37,9188	20	0,0459
	Kr.	73,0312	20	1,0132
	W.	24,2735	25	2,7762
6	Fr.	59,8935	15	0,0074
	Kr.	39,2420	15	0,6382
	W.	15,1871	22	1,7954

Bezeichnung der Proben		Veraschte lufttr. Substanz g	Entspr. Pflanzen bez. Samen	Erhalten Kieselsäure + Sand g
C. Victoria-Felderbsen mit Chilidüngung.				
	S.	2,5840	266,86	0,0136
1	Kr.	17,6128	80	0,4136
	W.	11,0800		
2	Kr.	16,6500	25	0,5069
	W.	10,0000		
3	Kr.	26,0879	15	0,0973
	W.	11,7665	30	1,0238
4	Kr.	67,1882	20	0,3556
	W.	20,6294	28	2,1495
5	Fr.	35,1062	20	0,0366
	Kr.	69,5126	20	1,1720
	W.	23,2500	20	2,4367
6	Fr.	47,6470	15	0,0160
	Kr.	46,5530	15	1,1532
	W.	24,0440	25	2,9353
D. Erfurter Puffbohnen.				
	S.	3,1557	48,12	0,0202
1	Kr.	2,1736	22,054	0,4049
	W.	22,000	25	0,9588
2	Kr.	34,7833	10	0,7259
	W.	22,000	10	2,9124
3	Kr.	73,8160	12	0,9396
	W.	50,6800	12	8,1262
4	Fr.	32,8182	10	0,1009
	Kr.	66,1818	10	1,3074
	W.	51,4773	15	4,7545
5	Fr.	50,5826	6	0,1292
	Kr.	62,7820	10	1,4422
	W.	55,3044	15	5,0481
E. Kleine Feldpuffbohnen.				
	S.	2,6236	202,84	0,0099
1	Kr.	7,7790	25	0,6216
	W.	7,4504		
2	Kr.	18,3200	12	0,2389
	W.	13,6620	11	2,1180
3	Kr.	53,1058	12	0,8410
	W.	30,0885	12	5,7291
4	Fr.	29,7200	12	0,0527
	Kr.	65,5333	10	0,9874
	W.	45,9167	15	5,1451
5	Fr.	45,6923	8	0,1502
	Kr.	62,1230	8	1,9554
	W.	24,9077	10	1,056

Phosphorsäure-Bestimmungen.

1—6 = 1. bis 6. Ernte, S. = Samen, Fr. = Früchte, Kr. = Kraut, W. = Wurzeln.

Bezeichnung der Probe	Angew. Lösung entspr. Pflanzn	Erhalten $Mg_2P_2O_7$ g	Entsprech. P_2O_5 g
A. Buchsbaumerbsen.			
S. siehe unten.			
1 Kr. + W.	6,6	0,0313	0,02003
2 Kr. + W.	6,0	0,0523	0,03346
3 Fr.	8,0	0,0861	0,05509
3 Kr.	8,0	0,0595	0,03807
3 W.	8,0	0,0405	0,02591
4 Fr.	6,0	0,1775	0,11356
4 Kr.	5,4	0,0342	0,02188
4 W.	6,8	0,0483	0,03090
B. Victoriafelderbsen ohne Chilidüngung.			
S. siehe unten.			
1 Kr. + W.	16,0	0,1199	0,07671
2 Kr. + W.	6,0	0,0784	0,05916
3 Kr. + W.	4,5	0,0809	0,05176
4 Kr.	8,4	0,1842	0,11785
4 W.	8,8	0,0747	0,04779
5 Fr.+Kr.	4,0	0,1887	0,12073
5 W.	10 0	0,0795	0,05086
6 Fr.	6,0	0,3781	0,24191
6 Kr.	6,0	0,0714	0,04568
6 W.	8,8	0,0473	0,03026
C. Victoriafelderbsen mit Chilidüngung.			
S. siehe unten.			
1 Kr. + W.	16,0	0,1172	0,07498
2 Kr. + W.	5,0	0,0509	0,03257
3 Kr. + W.	4,5	0,0793	0,05074
4 Kr.	8,0	0,1545	0,98849
4 W.	11,2	0,5776	0,19823
5 Fr.+Kr.	4,0	0,1691	0,10819
5 W.	8,0	0,0871	0,05573
6 Fr.	6,0	0,3127	0,20007
6 Kr.	6,0	0,1074	0,06871
6 W.	10,0	0,0841	0,05381
D. Erfurter Puffbohnen.			
S. siehe unten.			
1 Kr.	8,8	0,1386	0,08867
1 .	10,0	0,1783	0,11408
2 Kr.+W.	2,0	0,0937	0,05995
3 Kr.	4,8	0,2500	0,15995
3 W.	2,4	0,0907	0,05803
4 Fr.+Kr.	2,0	0,2191	0,14018
4 W.	3,0	0,1085	0,06942
5 Fr.	1,2	0,1548	0,09041
5 Kr.	4,0	0,1423	0,09104
5 W.	3,0	0,0384	0,05336
E. Kleine Feldpuffbohnen.			
S. siehe unten.			
1 Kr.+W.	5,0	0,0633	0,04050
2 Kr.+W.	2,4	0,0507	0,03244
3 Kr.	2,4	0,1089	0,06967
3 W.	4,8	0,1171	0,07492
4 Fr.+Kr.	2,0	0,2176	0,13922
4 W.	6,0	0,0931	0,05956
5 Fr.	1,6	0,1586	0,10147
5 Kr.	3,2	0,1734	0,11094
5 W.	4,0	0,0870	0,05566

	$Fe_2P_2O_8$	$Mg_2P_2O_7$	1/10 des Filtrates = P_2O_5 als $Fe_2P_2O_8$	Sa P_2O_5 in 100 Pflanzen
Saatgut. Buchsbaumerbsen. Angew. Asche 1,5939 g = 305,52 Samen	0,0475	0,3181	0,0293	0,1698
„ Victoriaerbsen. Angew. Asche = 1,5504 g = 160,12 Samen	0,0327	0,3070	0,0293	0,3151
„ Erfurter Puffbohnen. Angew. Asche = 1,2623 g = 19,25 Samen	0,0390	0,2105	0,0253	2,1079
Saatgut. Kleine Feldpuffbohnen. Angew. Asche = 1,5742 g = 121,70 Samen	0,0485	0,2820	0,0413	0,5063

Kali-Bestimmungen.

1—6 = 1. bis 6. Ernte. S. = Samen, Fr. = Früchte, Kr. = Kraut. W. = Wurzeln.

Bezeichnung der Probe	Die Lösung entspr. Pflanzen	Erhalten $K_2 Pt Cl_6$ g	Entspr. $K_2 O$ g
A. Buchsbaumerbsen.			
S.	30,55	0,3931	0,07626
1 Kr.+W.	5,94	0,4075	0,07850
2 Kr +W.	2,7	0,3392	0,06580
3 Fr.	1,8	0,1230	0,02386
3 Kr.	3,6	0,4009	0,07777
3 W.	3,6	0,2388	0,04633
4 Fr.	1,35	0,2059	0,03994
4 Kr.	3,24	0,2770	0,05374
4 W.	3,06	0,2011	0,03901
B. Victoriafelderbsen ohne Chilidüngung.			
S.	16.01	0,3729	0,07234
1 Kr. + W.	14,4	0,9724	0,18733
2 Kr. + W.	5,4	1,0260	0,19766
3 Kr. + W.	1,5	0,4988	0,09677
4 Kr.	3,6	1,1862	0,22852
4 W.	3,96	0,3870	0,07459
5 Fr.+Kr.	1,0	0,3940	0,07644
5 W.	4,5	0,3013	0,05845
6 Fr.	1,35	0,4430	0,08594
6 Kr.	2,7	0,5520	0,10709
6 W.	3,96	0,1849	0,03587
C. Victoriafelderbsen mit Chilidüngung.			
S.	16,01	0,3729	0,07234
1 Kr. + W.	14,4	0,8927	0,17198
2 Kr. + W.	4,5	0,9736	0,18756
3 Kr. + W.	2,7	0,8428	0,16350
4 Kr.	3,6	1,2485	0,24052
4 W.	5,04	0,3928	0,07567
5 Fr.+Kr.	1,0	0,4270	0,08284
5 W.	3,6	0,1904	0,03694
6 Fr.	1,35	0,3904	0,07521
6 Kr.	2,7	0,8367	0,16232
6 W.	4,5	0,3415	0,06625
D. Erfurter Puffbohnen.			
S.	4,331	0,4928	0,09560
1 Kr.	3,969	0,2475	0,04801
1 W.	4,5	0,2240	0,04346
2 Kr. + W.	1,8	1,2900	0,2503
3 Kr. + W	1,2	1,2368	0,2399
4 Fr.+W.	0,5	0,5995	0,11630
4 W.	1,35	0,2672	0,05184
5 Fr.	0,54	0,4868	0,09444
5 Kr.	1,8	0,9730	0,18876
5 W.	1,35	0,2678	0,05195
E. Kleine Feldpuffbohnen.			
S.	12,17	0,3456	0,06705
1 Kr. + W.	4,5	0,5190	0,09998
2 Kr. + W.	1,08	0,2250	0,04365
3 Kr.	2,16	1,8158	0,35226
3 W.	2,16	0,2672	0,05184
4 Fr. + Kr.	0,4	0,4388	0,08513
4 W.	2,7	0,2436	0,04726
5 Fr.	0,64	0,4097	0,07948
5 Kr.	1,44	0,9860	0,19128
5 W.	1,8	0,2106	0,04086

Kalk-Bestimmungen.

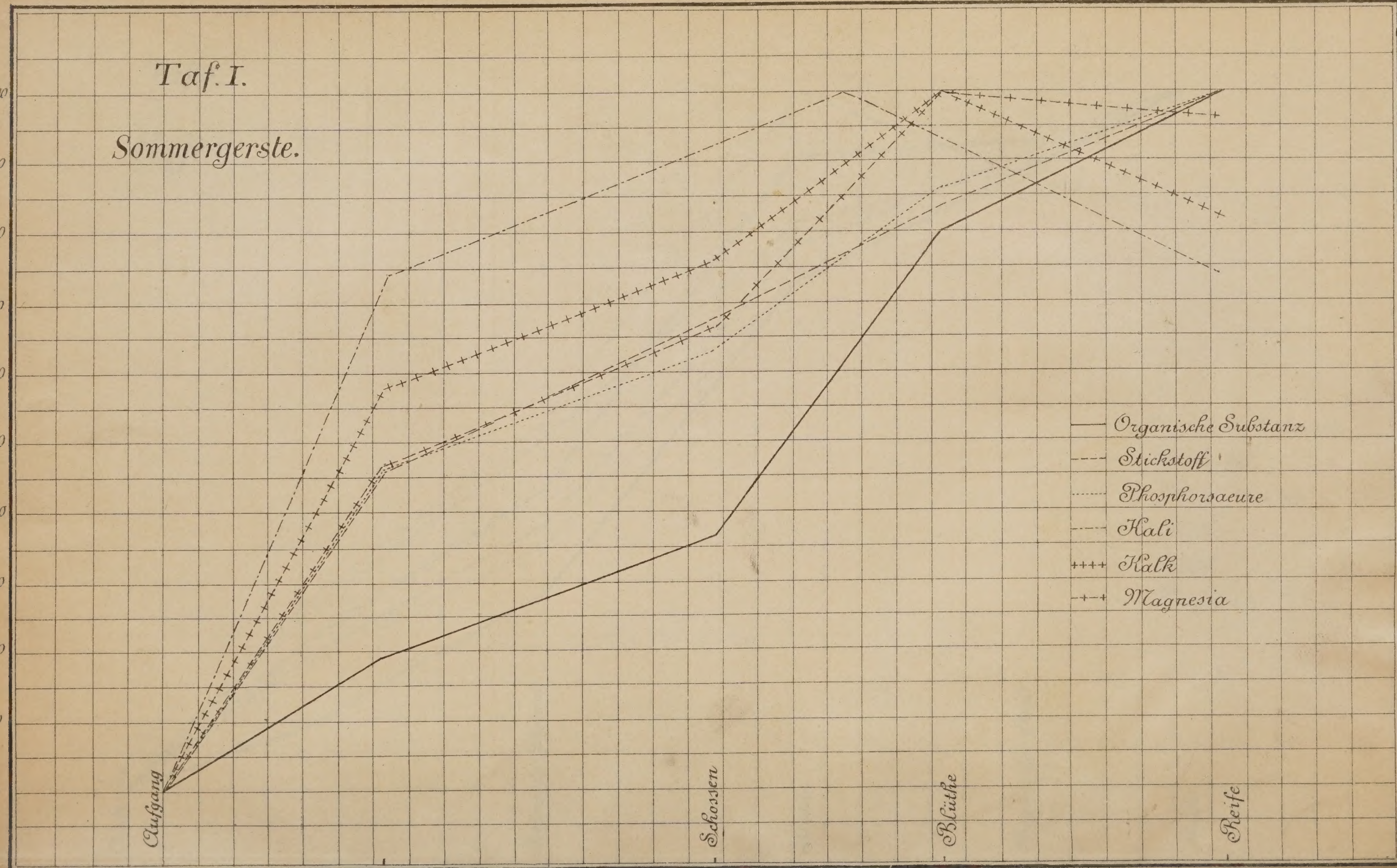
1—6 = 1. bis 6. Ernte, S. = Samen, Fr. = Früchte, Kr. = Kraut, W. = Wurzeln. Bodenkalk ist die Kalkmenge, welche der Kieselsäure und dem Sande der Wurzelsubstanz entspricht.

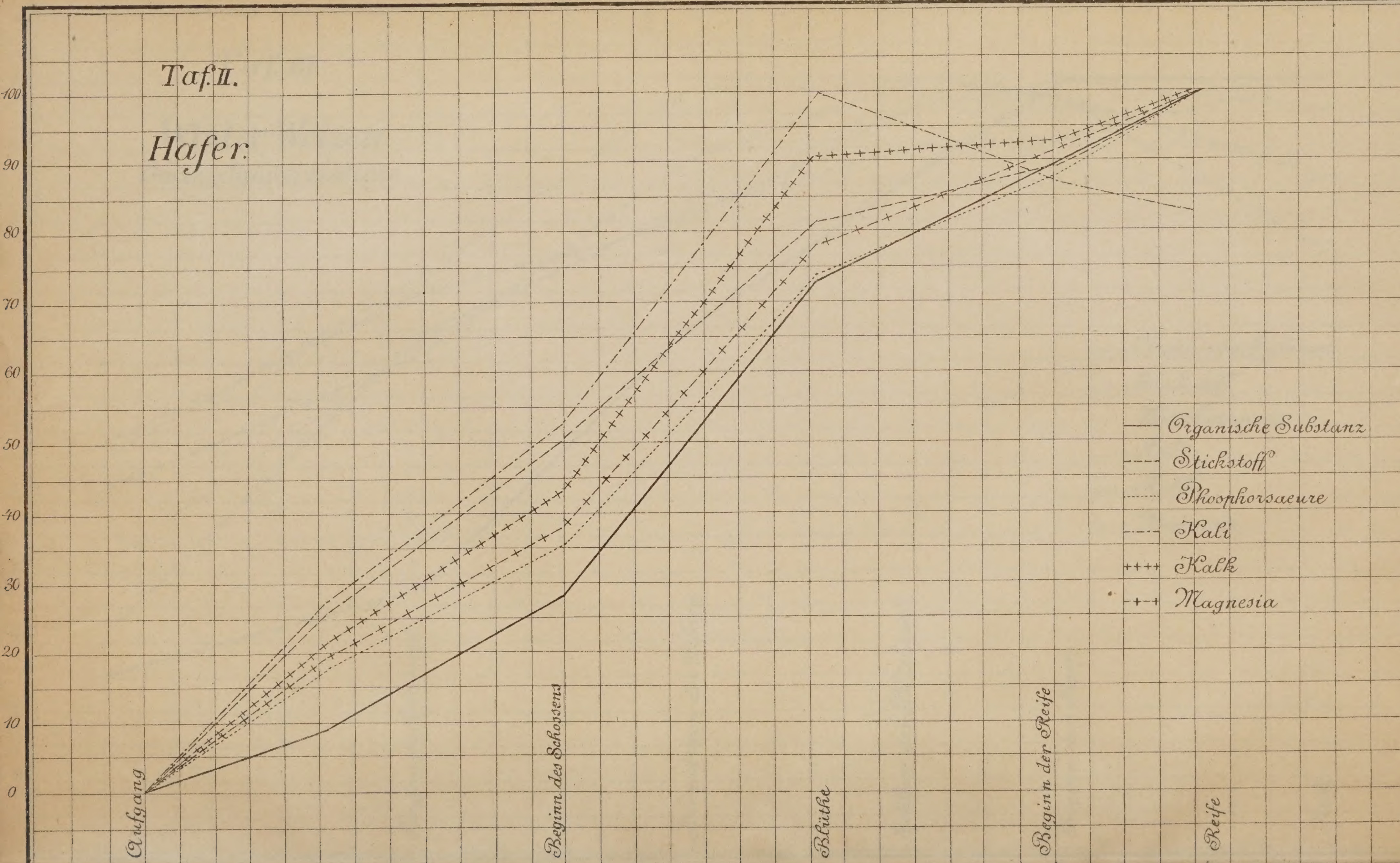
Bezeichnung der Probe	Die Lösung entspr. Pflanzen	Erhalten CaO g	Abzuziehen Boden CaO pro 100 Pflanzen
A. Buchsbaumerbsen.			
S.	305,5	0,0544	—
1 Kr. + W.	6,6	0,0451	—
2 Kr.	6,0	0,1263	—
2 W.	6,0	0,0221	0,0744
3 Fr.	4,0	0,0353	—
3 Kr.	4,0	0,1728	
3 W.	4,0	0,1343	0,3100
4 Fr. + Kr.	1,5	0,1083	
4 W.	1,7	0,0927	0,6255
B. Victoriafelderbsen ohne Chilidüngung.			
S.	160,1	0,0368	
1 Kr. + W.	16,0	0,1057	
2 Kr. + W.	6,0	0,1375	
3 Kr.	3,0	0,1317	
3 W.	6,0	0,0630	0,2803
4 Kr.	4,0	0,2839	
4 W.	4,4	0,1959	0,7299
5 Fr. + Kr.	2,0	0,2275	
5 W.	2,5	0,1917	0,9083
6 Fr. + Kr.	1,5	0,2107	
6 W.	2,2	0,1525	0,8116
C. Victoriafelderbsen mit Chilidüngung.			
S.	160,1	0,0368	
1 Kr. + W.	16,0	0,1069	
2 Kr. + W.	5,0	0,1255	
3 Kr.	3,0	0,1305	
3 W.	6,0	0,0607	0,2976
4 Kr.	4,0	0,2757	
4 W.	2,75	0,0961	0,6694
5 Fr. + Kr.	2,0	0,2209	
5 W.	2,0	0,1453	1,0624
6 Fr. + Kr.	1,5	0,2077	
6 W.	2,5	0,2079	1,0238
D. Erfurter Puffbohnen.			
S.	19,248	0,0527	
1 Kr. + W.	2,5	0,0719	
2 Kr.	2,0	0,2105	2,5396
2 W.	2,0	0,1721	
3 Kr. + W.	1,2	0,5175	5,9050
4 Kr. + Fr.	1,0	0,2249	
4 W.	0,75	0,2027	2,7642
E. Kleine Feldpuffbohnen.			
S.	121,704	0,0680	
1 Kr. + W.	5,0	0,0649	
2 Kr.	2,4	0,1151	
2 W.	2,2	0,1087	1,6790
3 Kr.	1,2	0,1085	
3 W.	1,2	0,2149	4,1631
4 Fr. + Kr.	1,0	0,2083	
4 W.	0,75	0 1993	2,9915

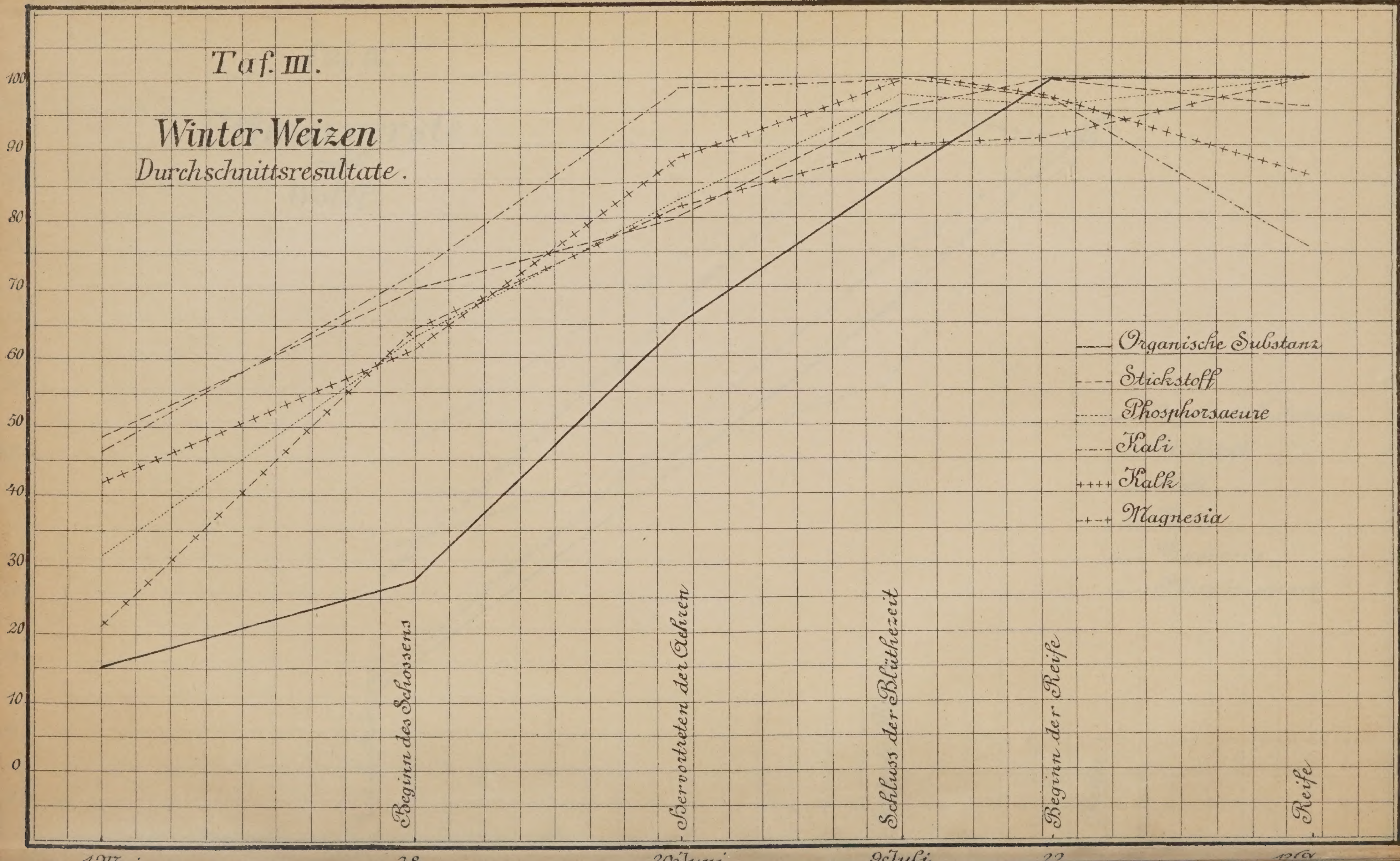
Magnesia-Bestimmungen.

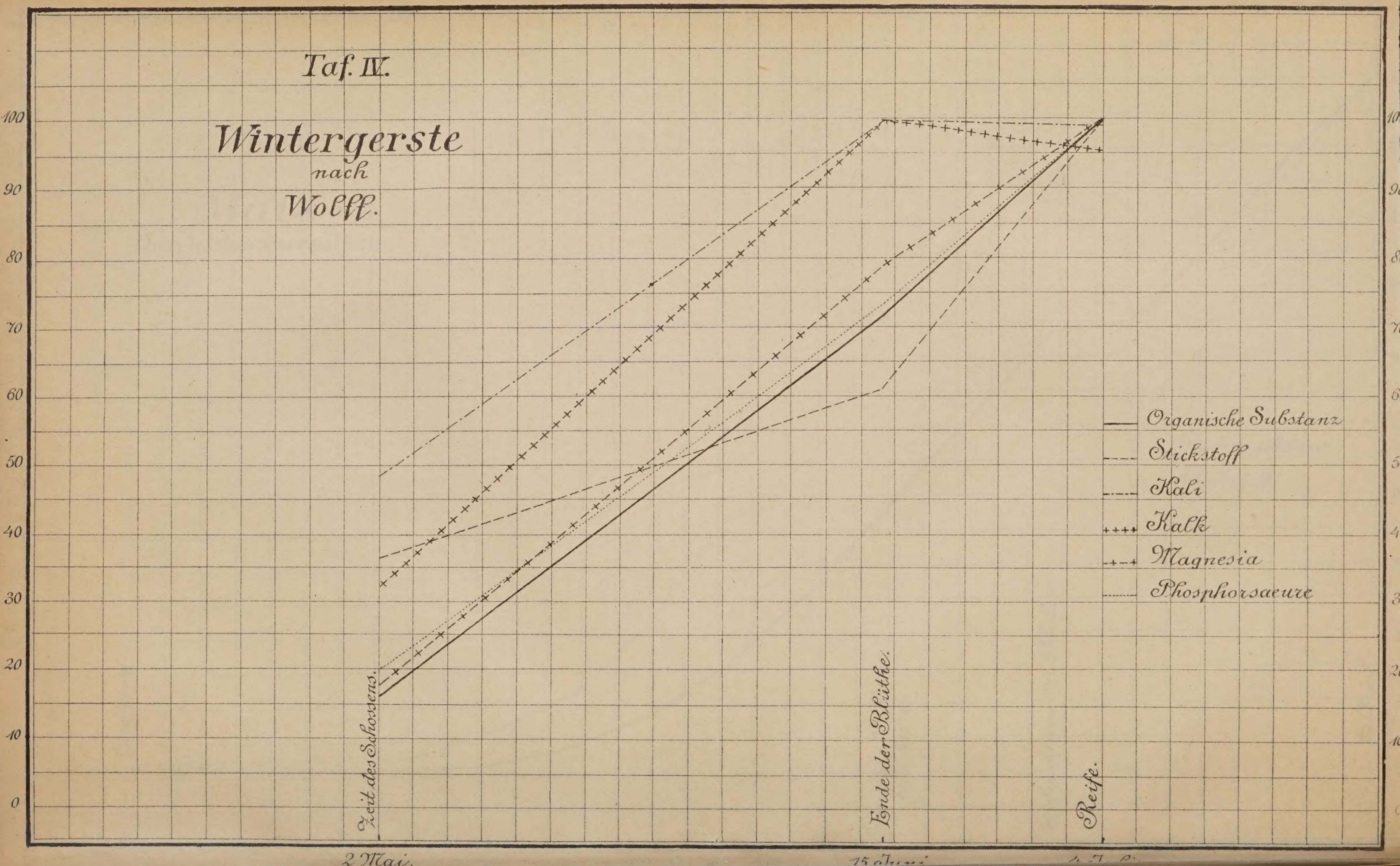
1—6 = 1. bis 6. Ernte, S. = Samen, Fr. = Früchte, Kr. = Kraut, W. = Wurzeln, G. Pfl. = Ganze Pflanze.

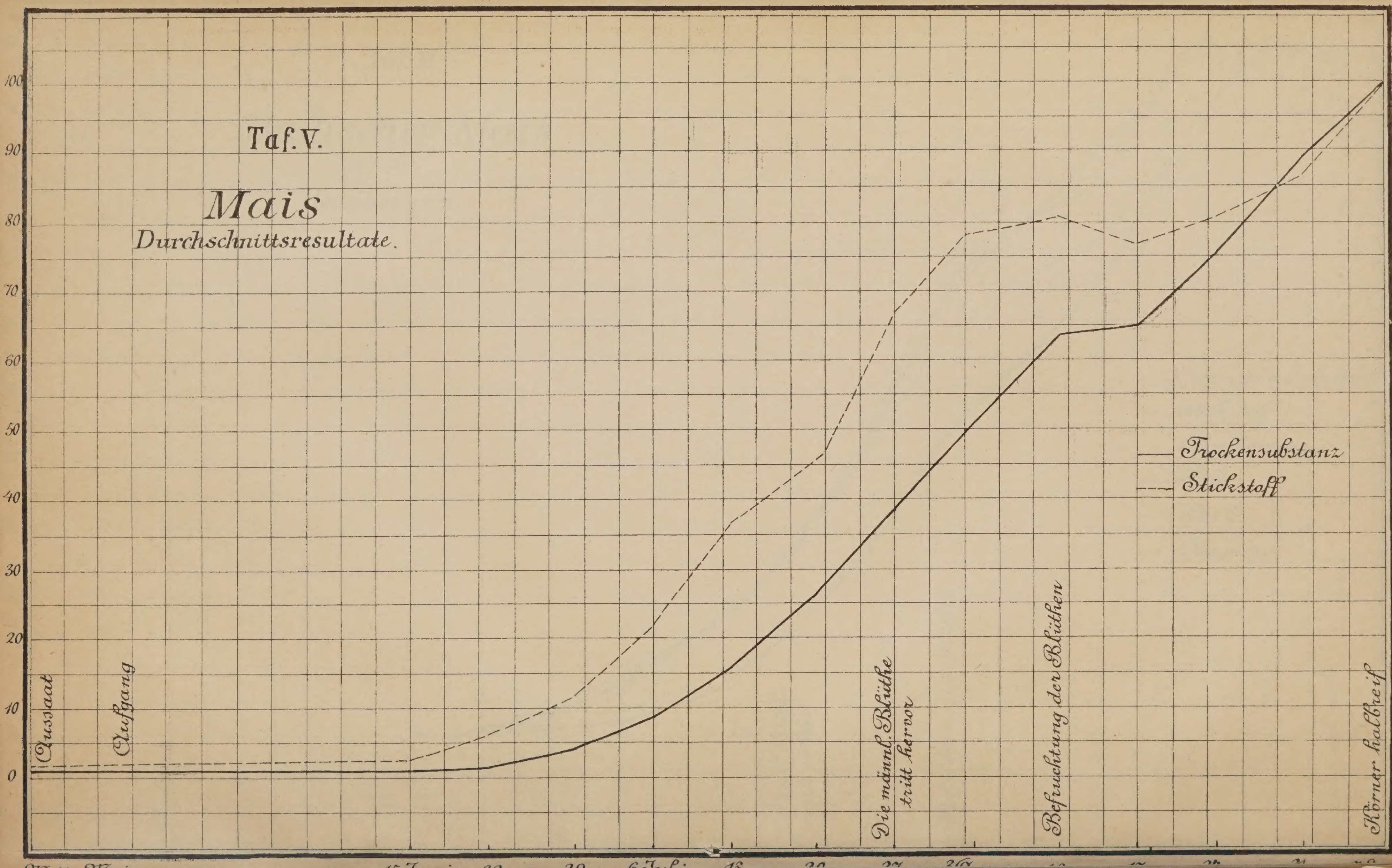
Bezeichnung der Probe	Die Lösung entspr. Pflanzen	Erhalten $Mg_2P_2O_7$ g	Entspr. MgO g	Pro 100 Pflanzen abzüglich Boden MgO
Saatgut.				
Victoriaerbsen	160,12	0,3070	0,1106	—
Buchsb.erbsen.	305,52	0,3181	0,1146	—
Puffbohnen	19,25	0,2105	0,0758	—
Pferdebohnen	121,70	0,2820	0,1016	—
Victoriaerbsen ohne Stickstoffdüngung.				
1 G. Pfl.	16,0	0,1485	0,0535	—
2 G. Pfl.	6,0	0,1667	0,0600	—
3 Kr.	3,0	0,1305	0,0470	—
3 W.	6,0	0,0757	0,0273	0,0887
4 Kr.	4,0	0,1786	0,0643	—
4 W.	4,4	0,2037	0,0734	0,2310
5 G. Pfl.	2,0	0,1941	0,0699	0,3065
6 Fr. + Kr.	0,75	0,0621	0,0224	—
6 W.	1,4	0,0272	0,0098	0,2252
Victoriaerbsen mit Stickstoffdüngung.				
1 G. Pfl.	16,0	0,2026	0,0730	—
2 G. Pfl.	5,0	0,1815	0,0654	—
3 Kr.	3,0	0,0789	0,0284	—
3 W.	6,0	0,1466	0,0528	0,0942
4 Kr.	4,0	0,1657	0,0597	—
4 W.	2,75	0,1153	0,0415	0,2119
5 G. Pfl.	2,0	0,2225	0,0801	0,3363
6 G. Pfl.	1,5	0,1889	0,0680	0,3241
Buchsbaumerbsen.				
1 G. Pfl.	6,6	0,0803	0,0289	—
2 G. Pfl.	3,0	0.0713	0,0257	0,0236
3 Fr.	4,0	0,0465	0,0167	—
3 Kr.	4,0	0,0959	0,0345	—
3 W.	4,0	0,1025	0,0369	0,0981
4 Fr. + Kr.	1,5	0,0627	0,0226	—
4 W.	1,7	0,0433	0,0156	0,1980
Erfurter Puffbohnen.				
1 G. Pfl.	2,5	0.0933	0,0336	0,1058
2 G. Pfl.	0,38	0,0529	0,0191	0,8024
3 G. Pfl.	1,2	0,3013	0,1085	1,8690
4 G. Pfl.	0,5	0.1373	0,0495	0,8749
5 G. Pfl.	1,0	0,3495	0,1259	0,9288
Kleine Pferdebohnen.				
1 G. Pfl.	5,0	0,0865	0,0312	—
2 G. Pfl.	1,2	0,1054	0,0380	0,5305
3 Kr.	1,2	0,0771	0,0278	—
3 W.	1,2	0,1095	0,0394	1,3177
4 Fr. + Kr.	1,0	0,1365	0,0743	—
4 W.	0,9	0,0799	0,0288	0,9469
5 Fr. + Kr.	0,8	0.1559	0,0562	—
5 W.	1,0	0,0573	0,0206	0,2916

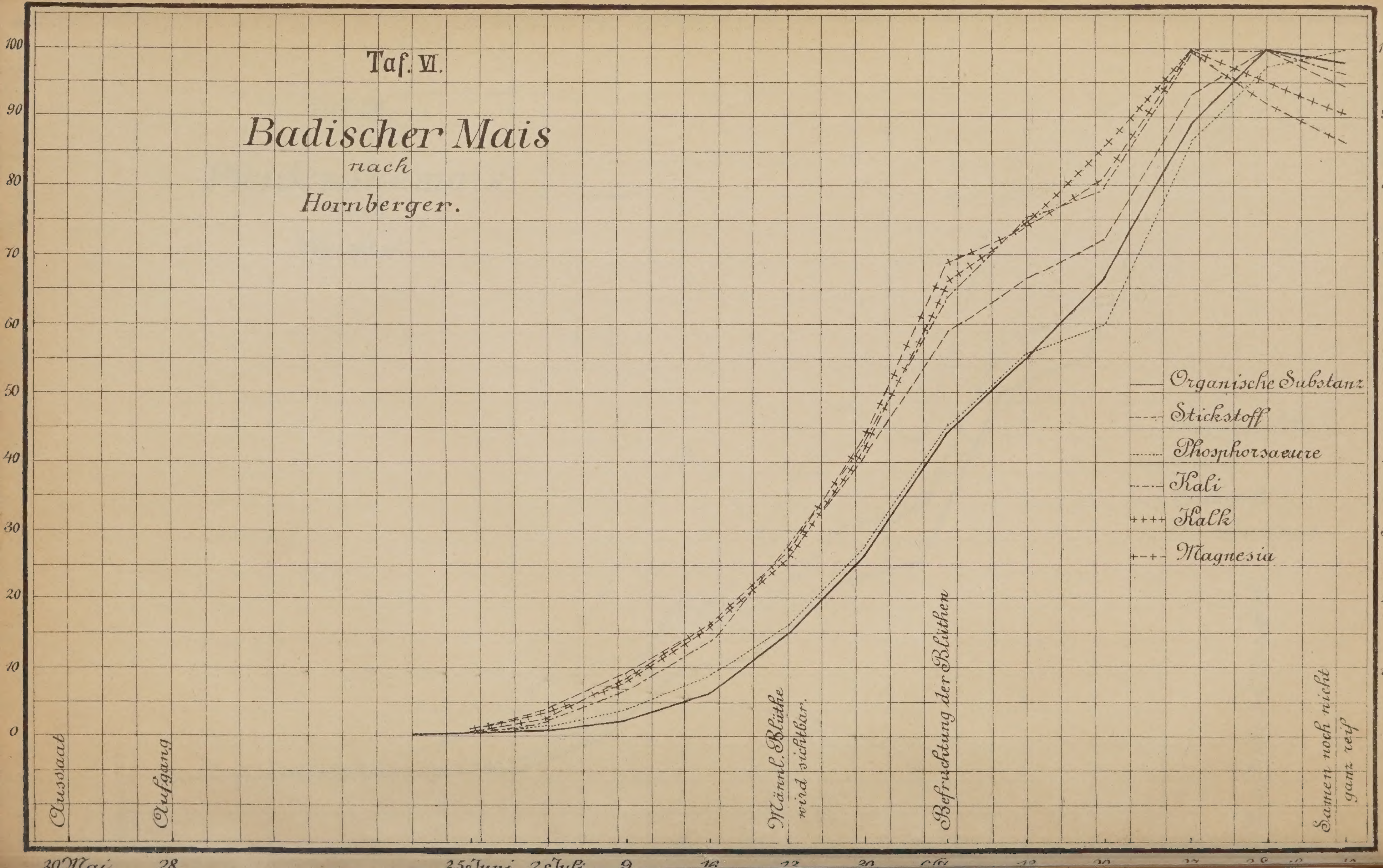

Taf. I.
Sommergerste.
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Aufgang
Schossen
Blüthe
Reife
Organische Substanz
Stickstoff
Phosphorsaeure
Kali
Kalk
Magnesia


Taf. II.
Hafer.
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Aufgang
Beginn des Schossens
Blüthe
Beginn der Reife
Reife
Organische Substanz
Stickstoff
Phosphorsaeure
Kali
Kalk
Magnesia


Taf. III.
Winter Weizen
Durchschnittsresultate.
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Beginn des Schossens
Hervortreten der Aehren
Schluss der Blüthezeit
Beginn der Reife
Reife
Organische Substanz
Stickstoff
Phosphorsaeure
Kali
Kalk
Magnesia

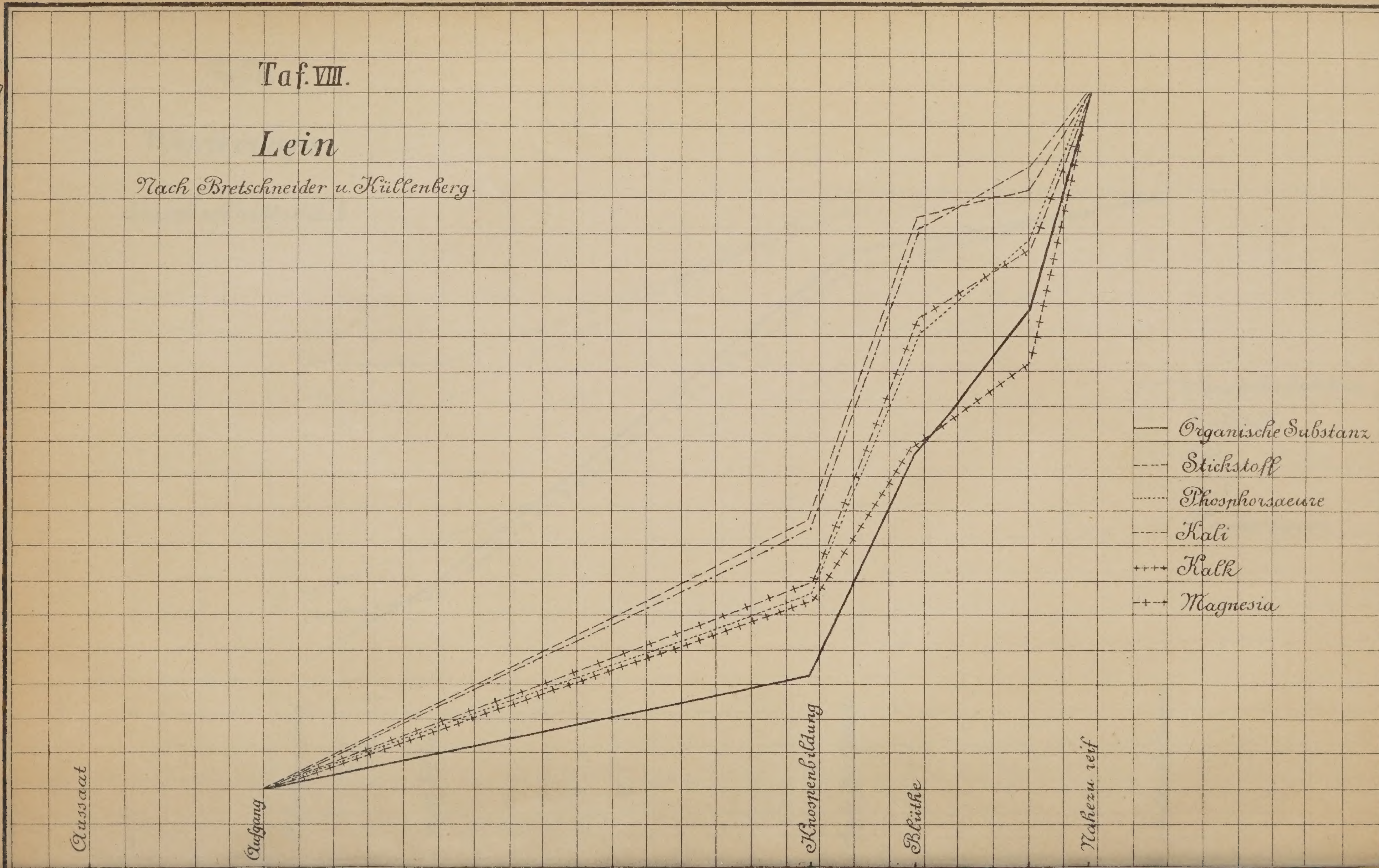

Taf. IV.
Wintergerste
nach
Wolff.
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Zeit des Schossens.
Ende der Blüthe.
Reife.
Organische Substanz
Stickstoff
Kali
Kalk
Magnesia
Phosphorsaeure
2 Mai.

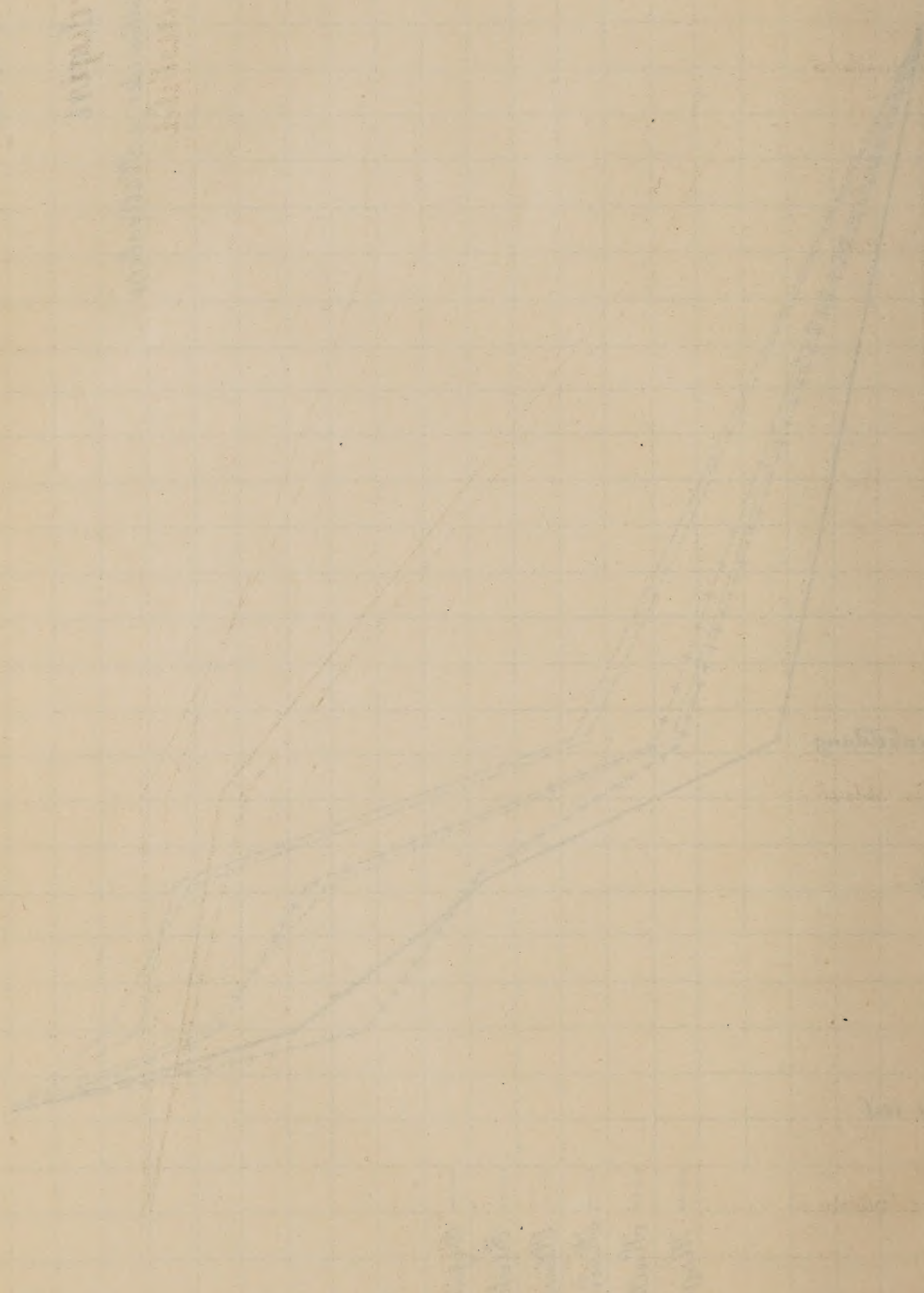

Taf. V.
Mais
Durchschnittsresultate.
Aussaat
Aufgang
Die männl. Blüthe tritt hervor
Befruchtung der Blüthen
Körner halbreif
Trockensubstanz
Stickstoff
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

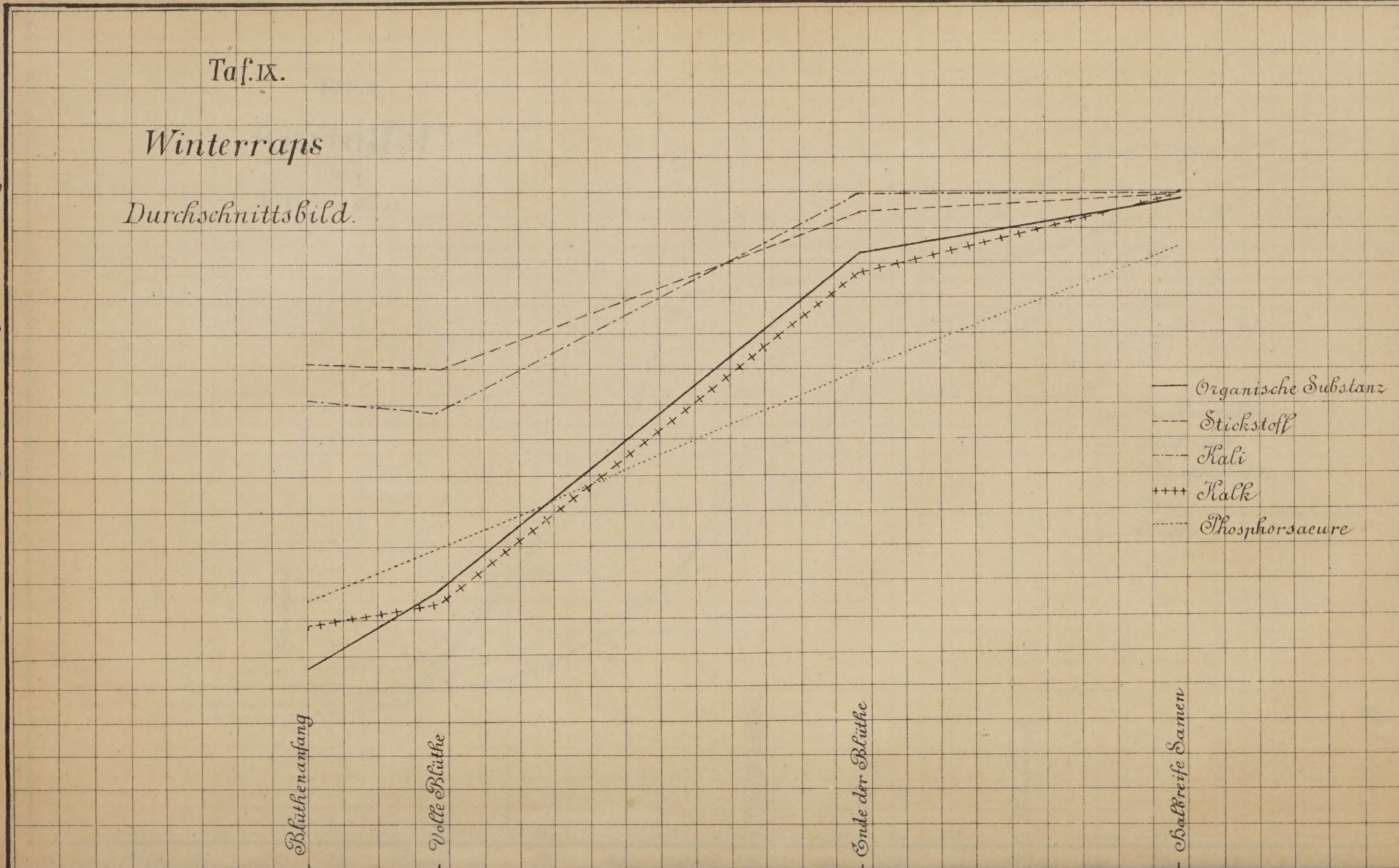

Taf. VI.
Badischer Mais
nach
Hornberger.
Aussaat
Aufgang
Männl. Blüthe wird sichtbar.
Befruchtung der Blüthen
Samen noch nicht ganz reif
Organische Substanz
Stickstoff
Phosphorsaeure
Kali
Kalk
Magnesia
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100



Taf. VIII.
Pferdezahnmais
nach
Weiske.
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Aussaat
Frost bricht den Versuch ab.
Trockensubstanz
Asche
Stickstoff
Phosphorsaeure


Taf. VIII.
Lein
Nach Bretschneider u. Küllenberg.
Aussaat
Aufgang
Knospenbildung
Blüthe
Nahezu reif
Organische Substanz
Stickstoff
Phosphorsaeure
Kali
Kalk
Magnesia





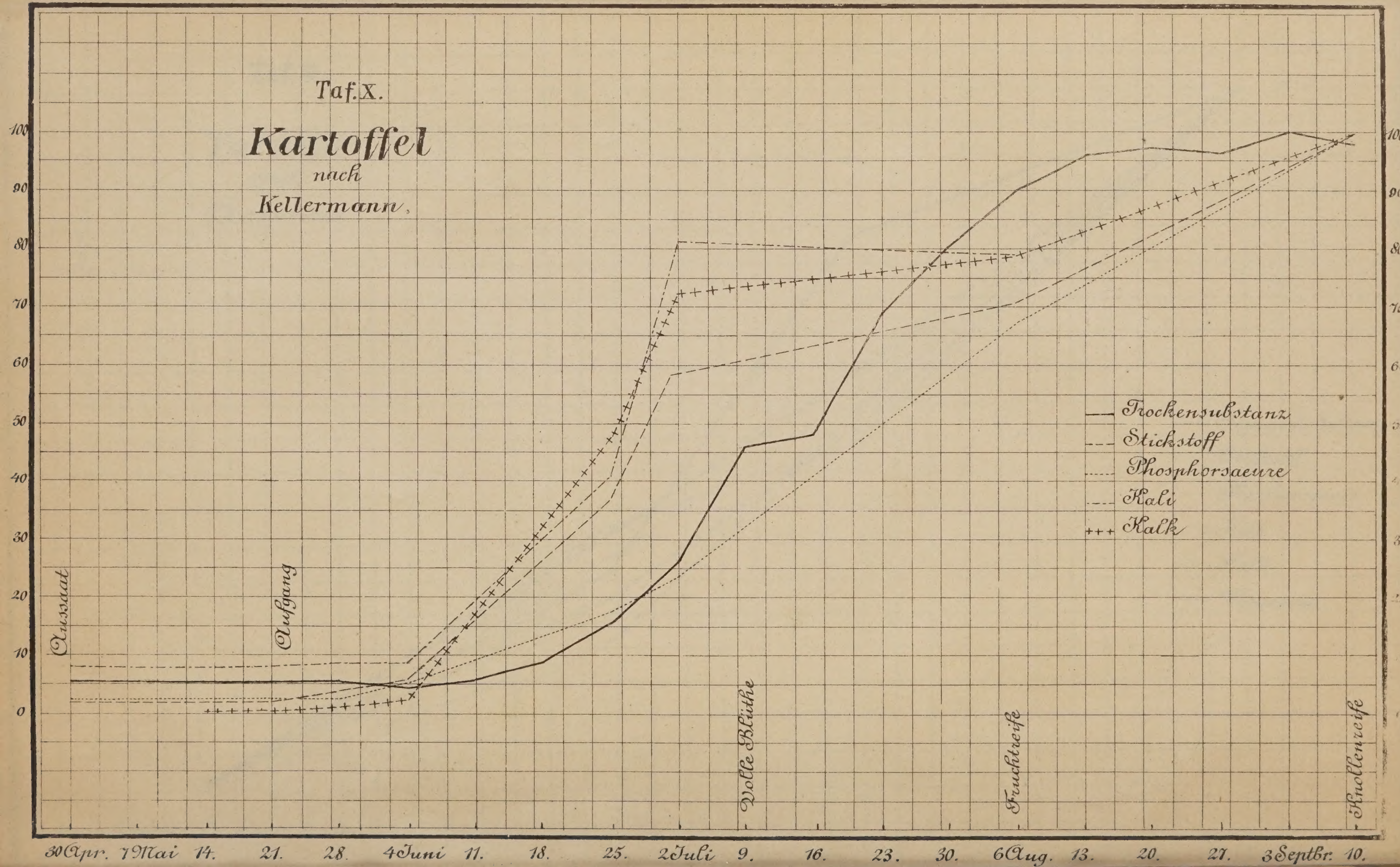
Taf. IX.
Winterraps
Durchschnittsbild.
Organische Substanz
Stickstoff
Kali
Kalk
Phosphorsaeure
Blüthenanfang
Volle Blüthe
Ende der Blüthe
Halbreife Samen

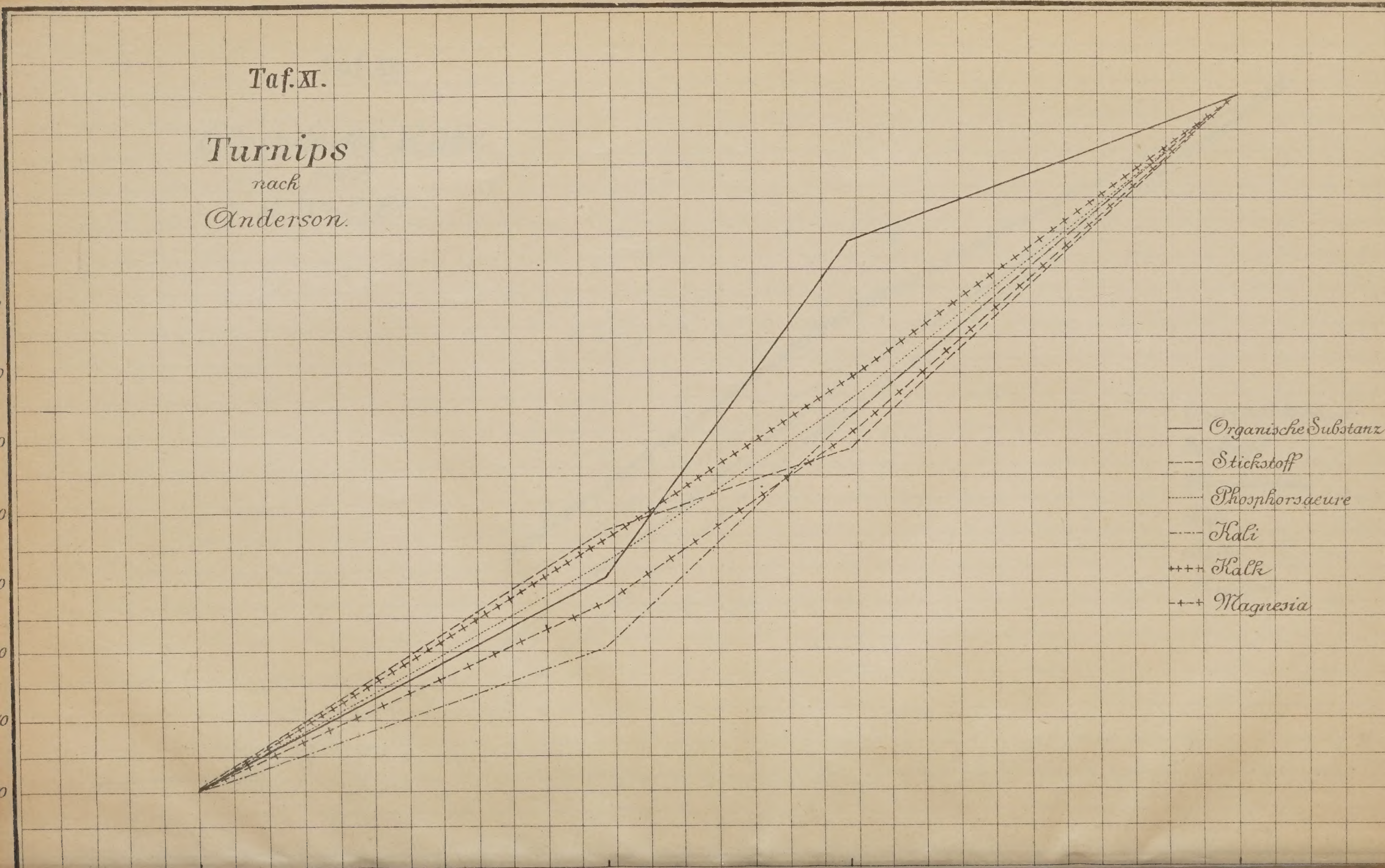
Taf. X.

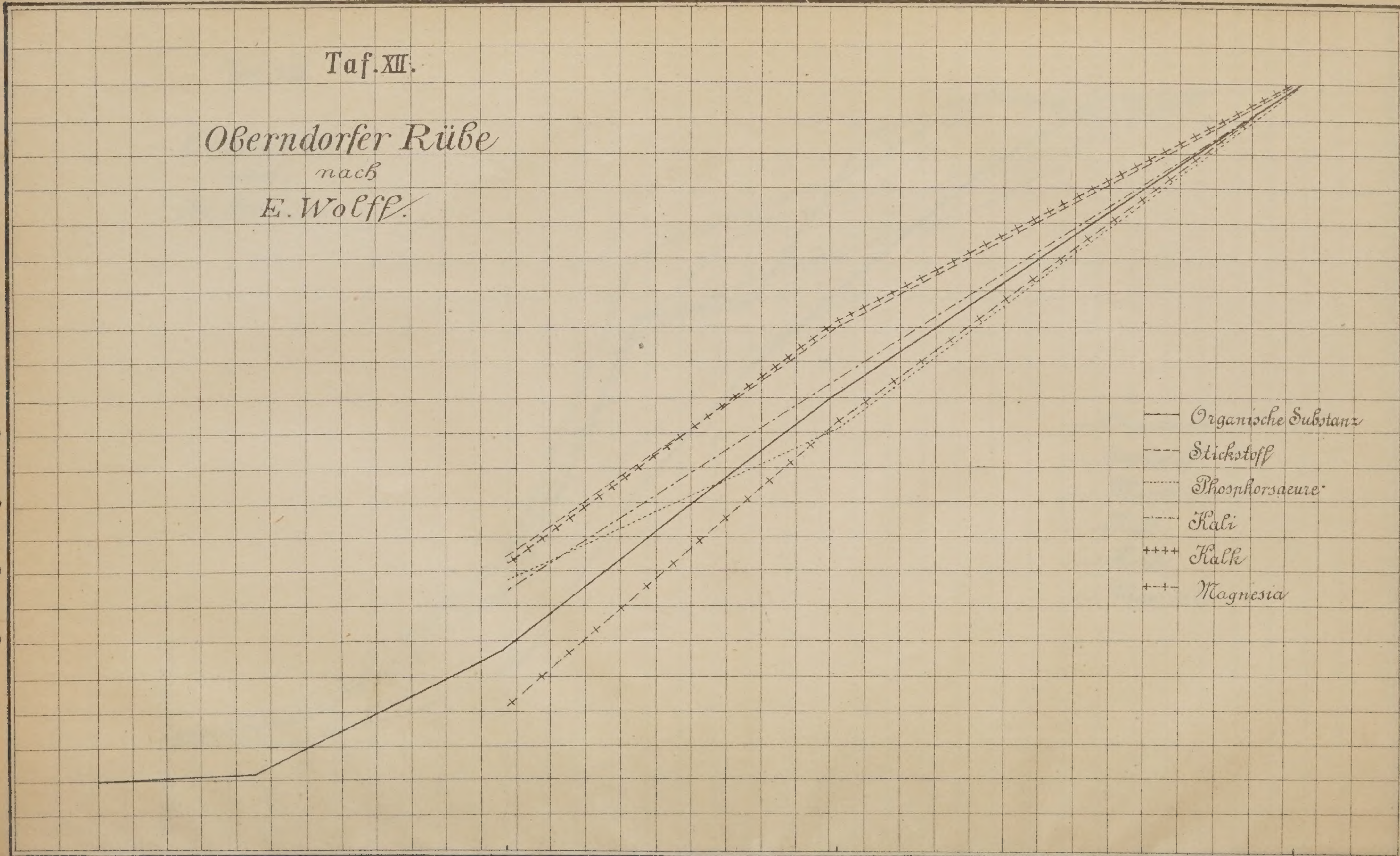
Kartoffel

nach

Kellermann.



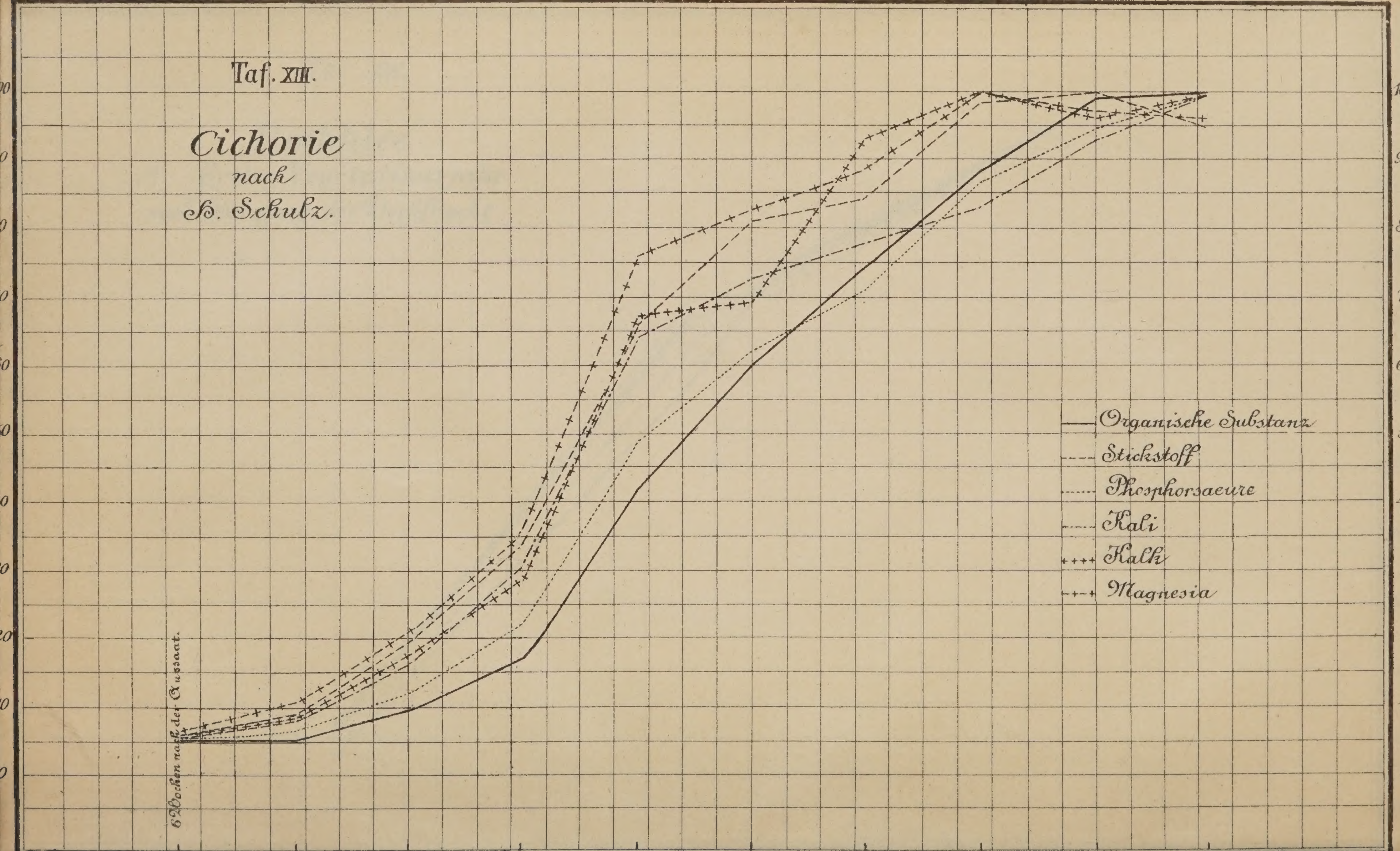

Taf. XI.
Turnips
nach
Anderson.
Organische Substanz
Stickstoff
Phosphorsaeure
Kali
Kalk
Magnesia

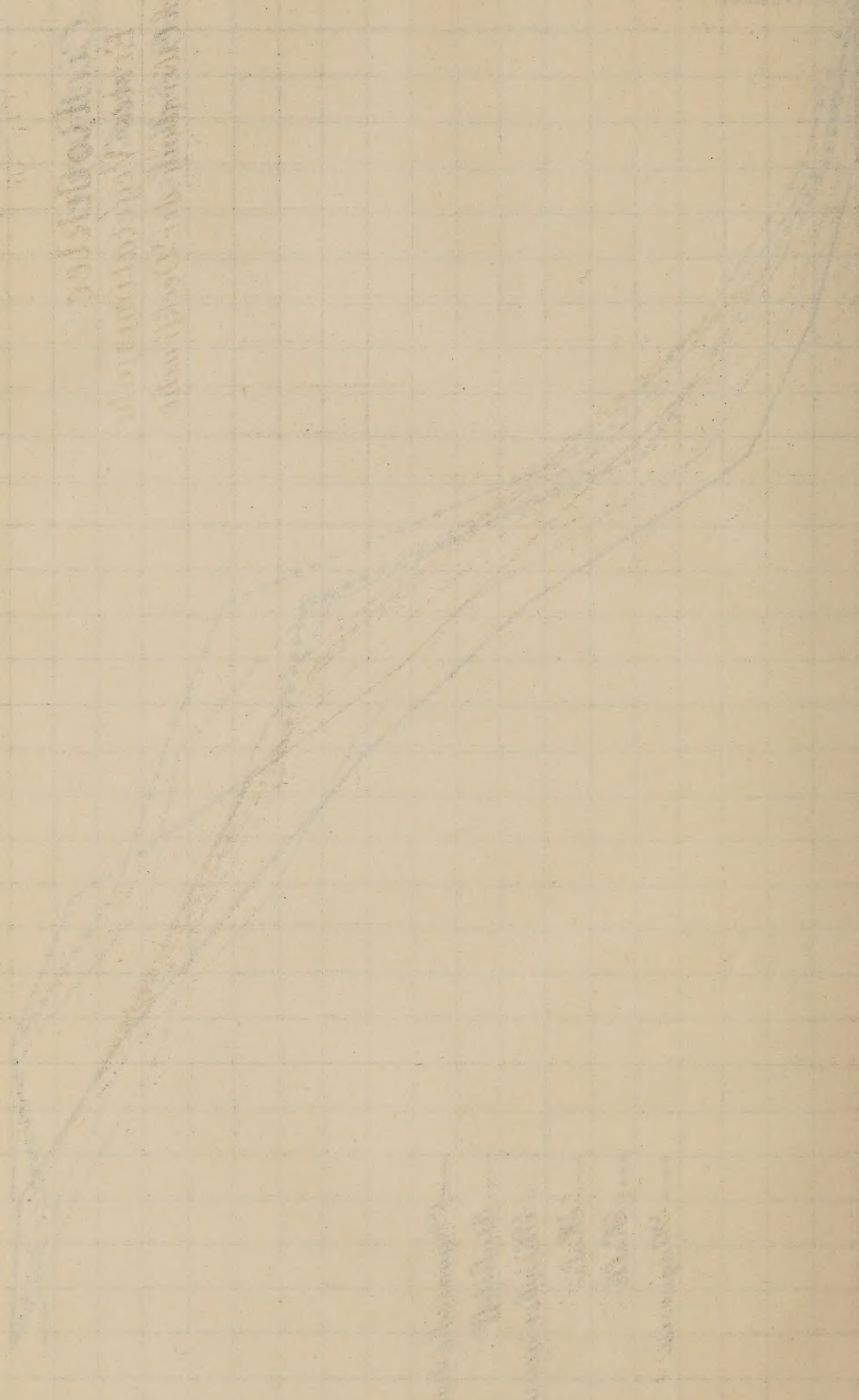

Taf. XII.
Oberndorfer Rübe
nach
E. Wolff.
Organische Substanz
Stickstoff
Phosphorsaeure
Kali
Kalk
Magnesia



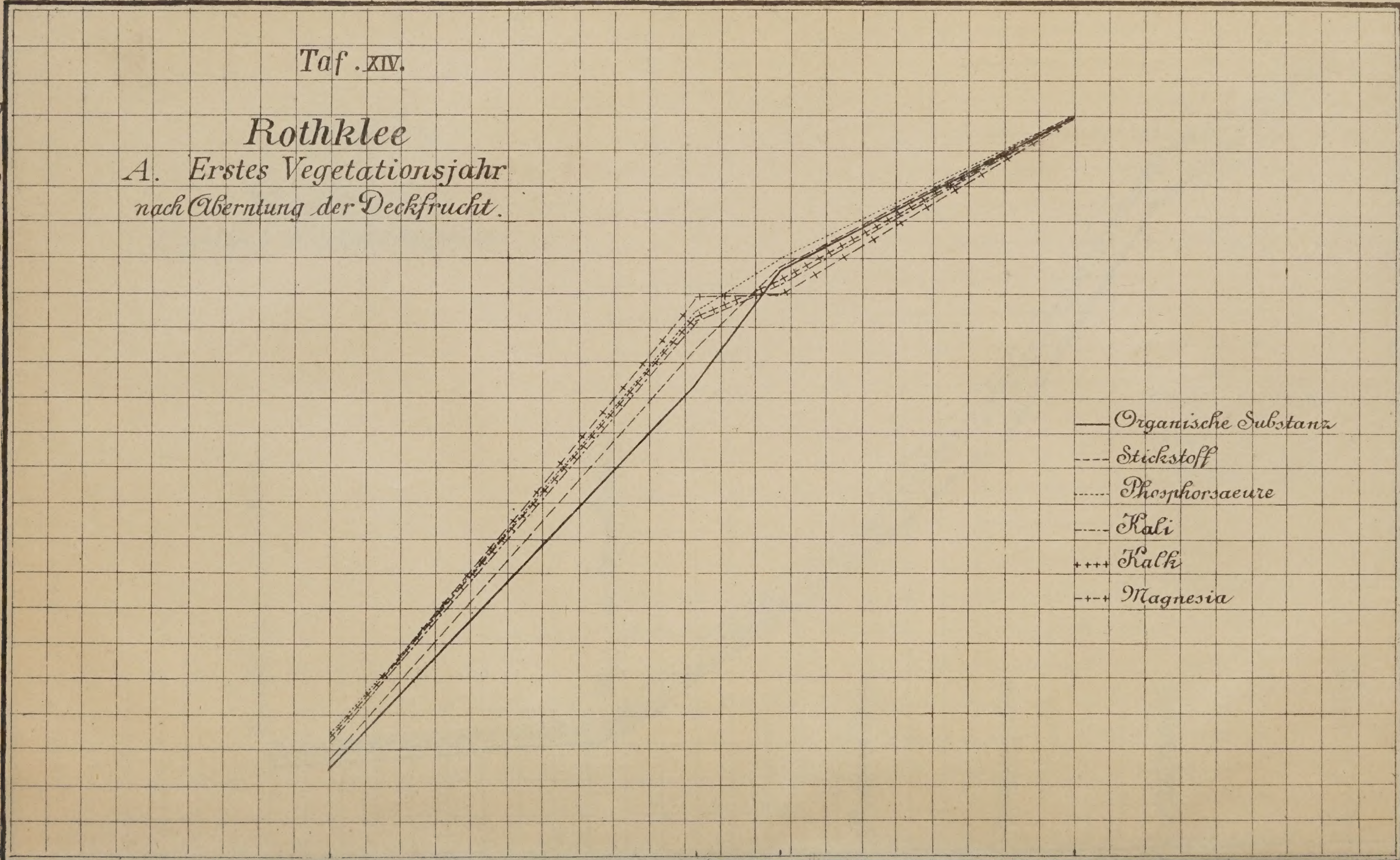
Taf. XIII.

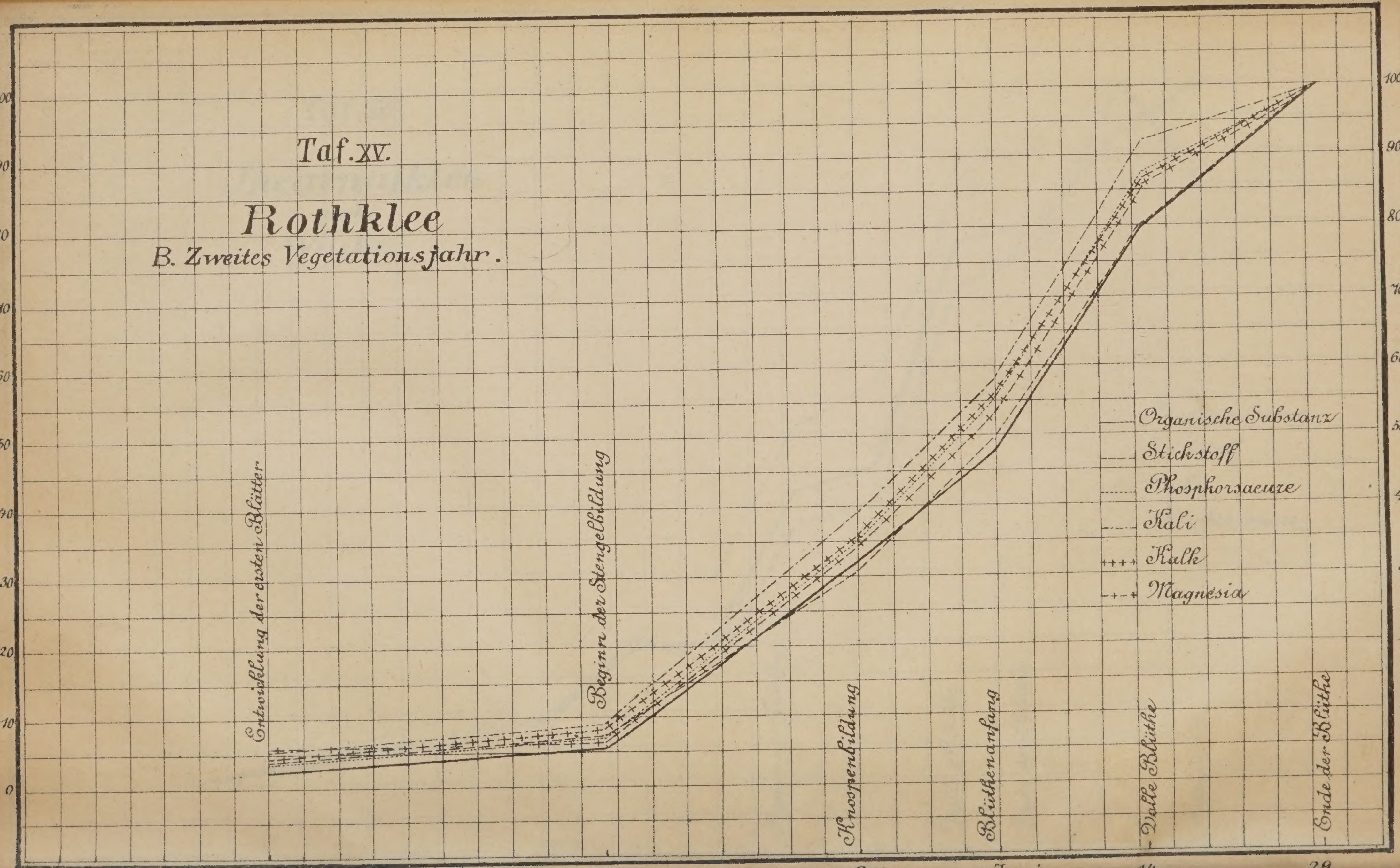
Cichorie
nach
H. Schulz.



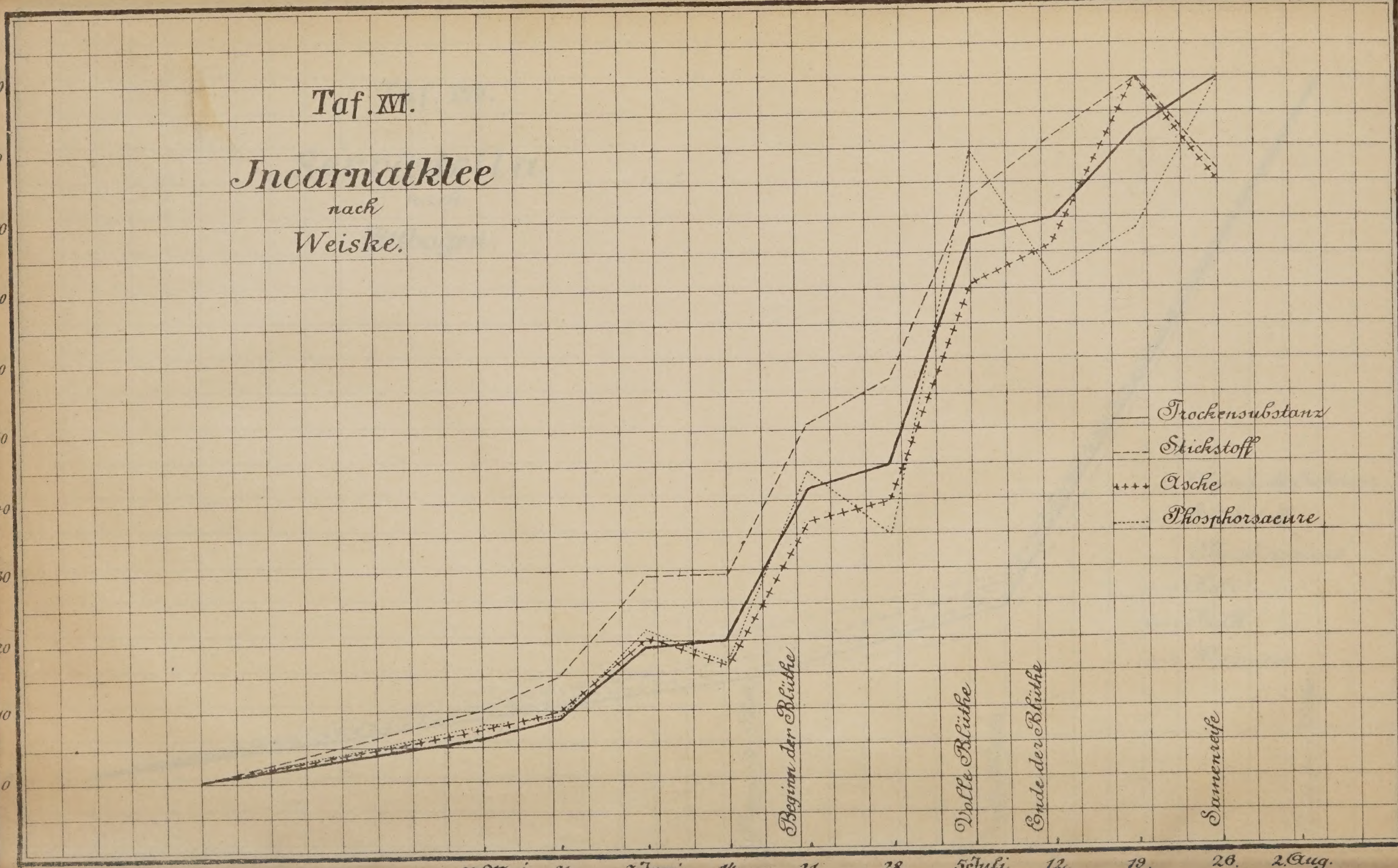


Taf. XIV.

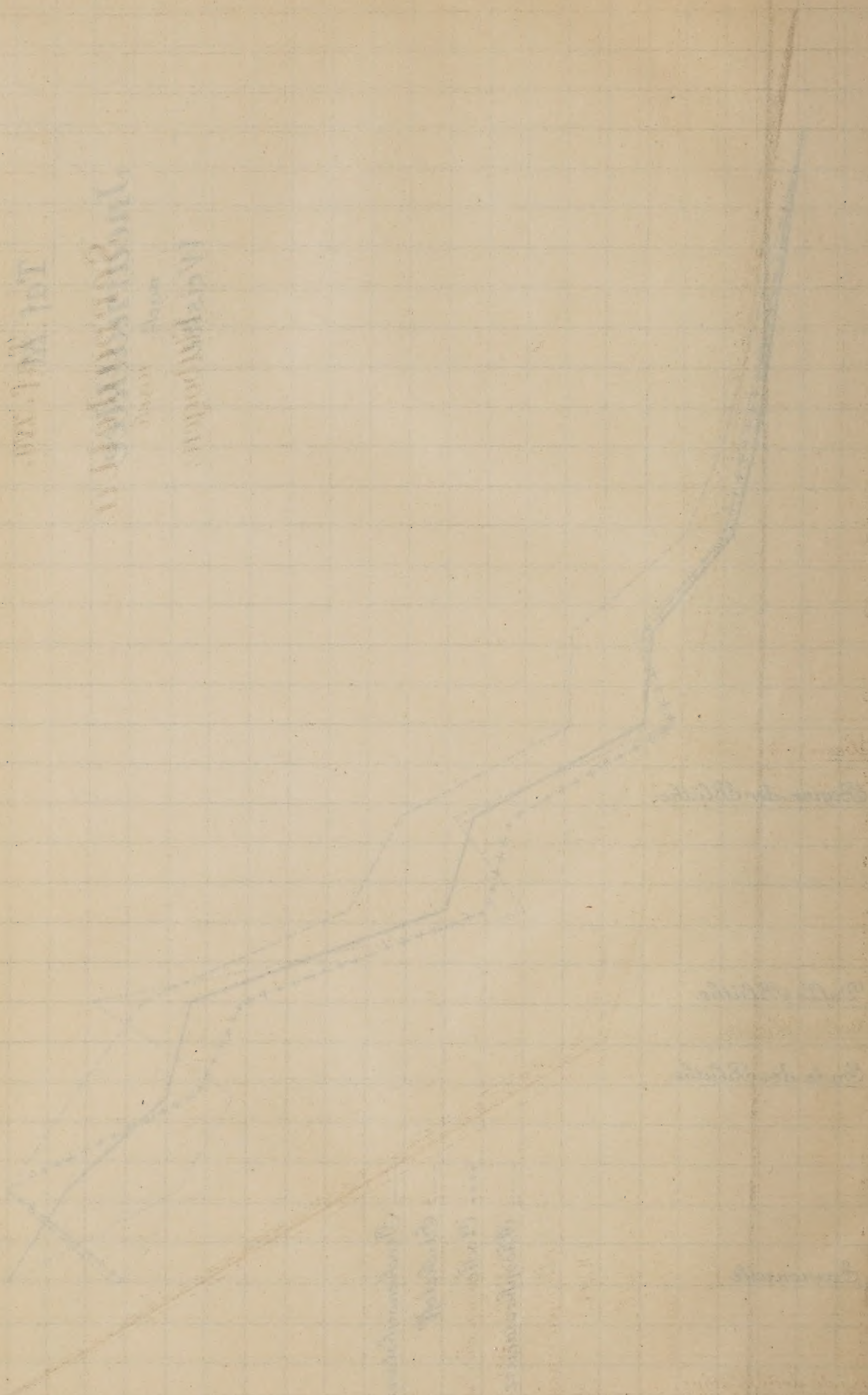

Rothklee
A. Erstes Vegetationsjahr
nach Aberntung der Deckfrucht.
Organische Substanz
Stickstoff
Phosphorsaeure
Kali
Kalk
Magnesia
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

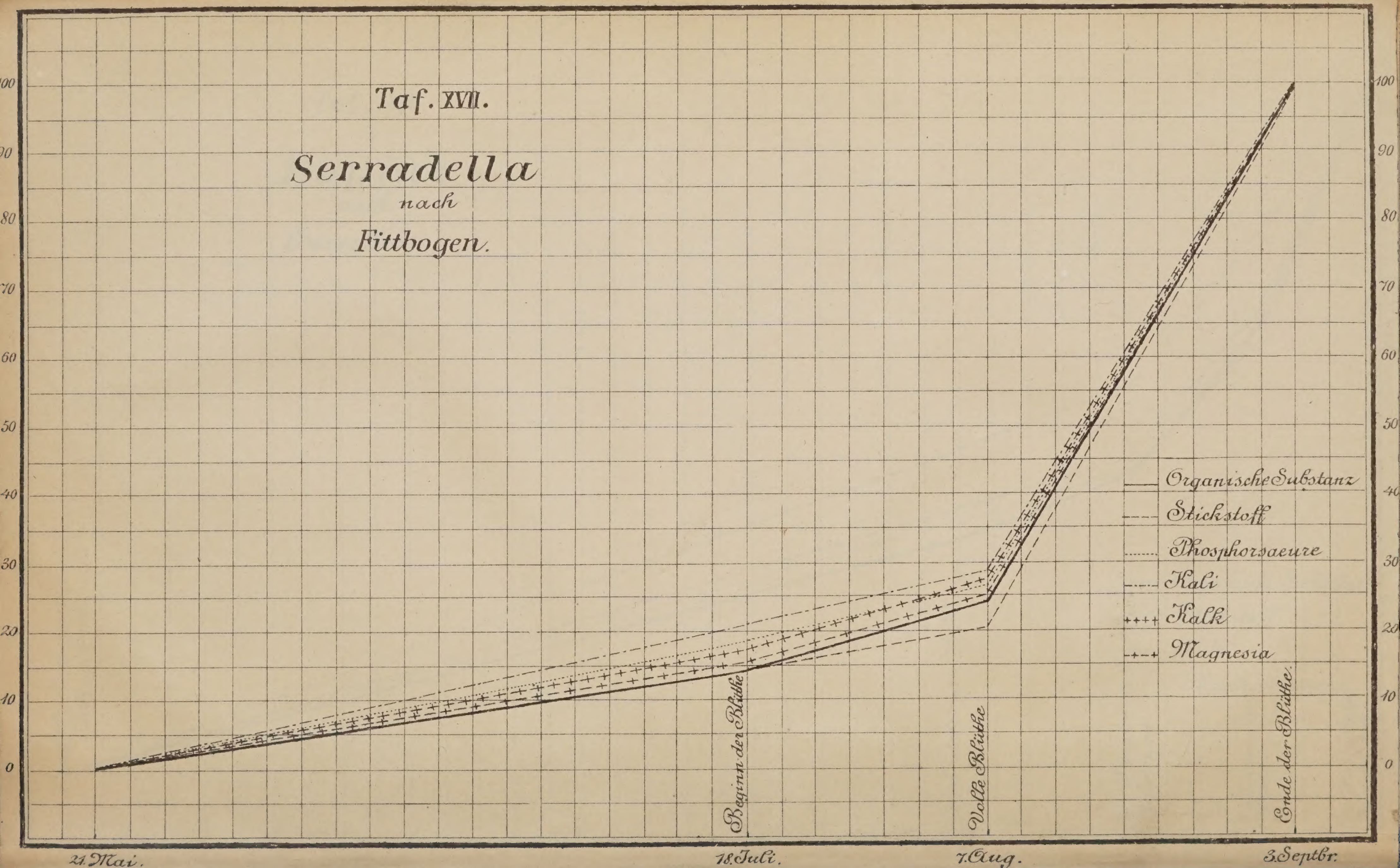


Taf. XV.
Rothklee
B. Zweites Vegetationsjahr.
Entwicklung der ersten Blätter
Beginn der Stengelbildung
Knospenbildung
Blüthenanfang
Volle Blüthe
Ende der Blüthe
Organische Substanz
Stickstoff
Phosphorsaeure
Kali
Kalk
Magnesia
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
14
29.

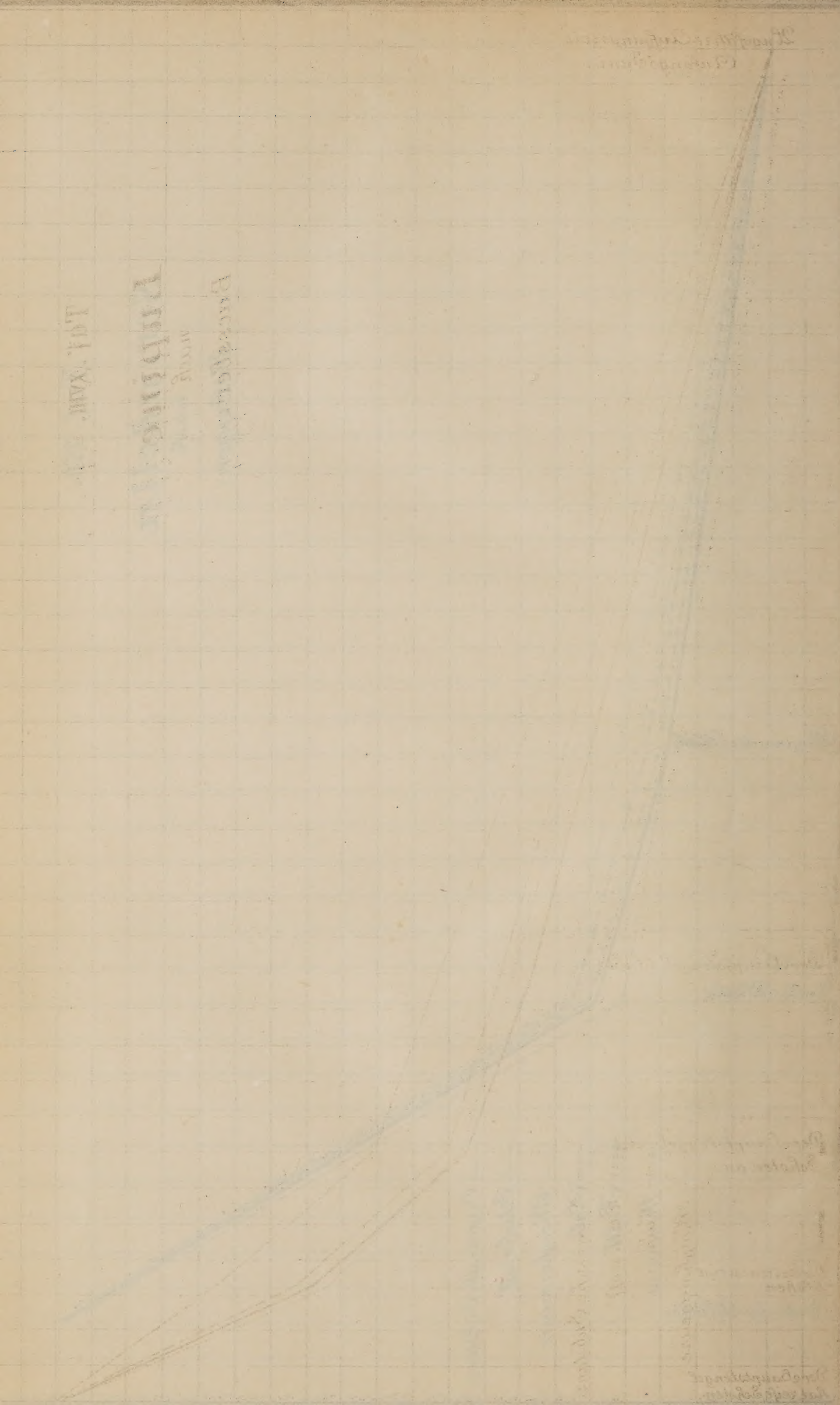


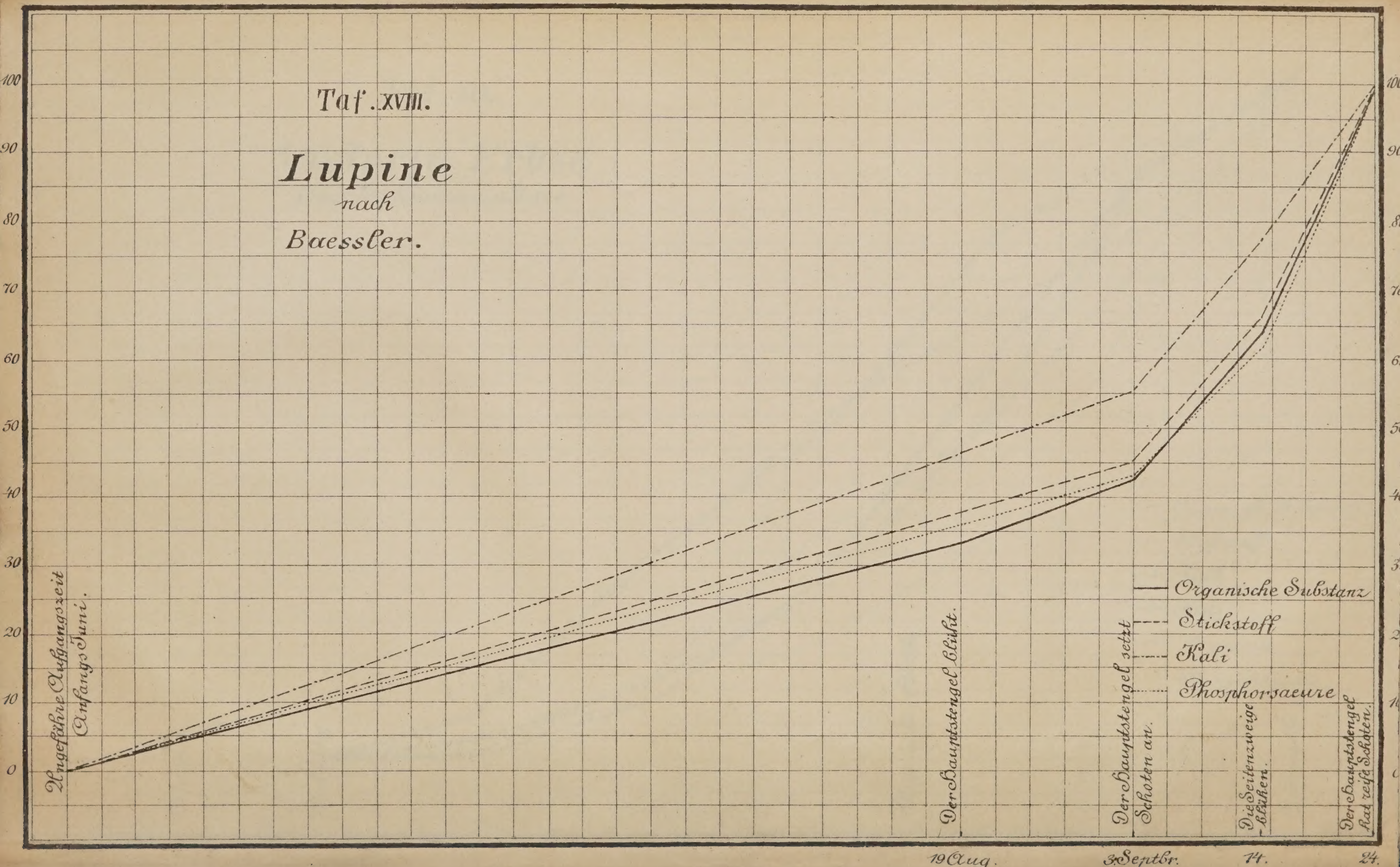
Taf. XVI.
Incarnatklee
nach
Weiske.
Trockensubstanz
Stickstoff
Asche
Phosphorsaeure
Beginn der Blüthe
Volle Blüthe
Ende der Blüthe
Samenreife
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
24. Mai
31.
7. Juni
14.
21.
28.
5. Juli
12.
19.
26.
2. Aug.





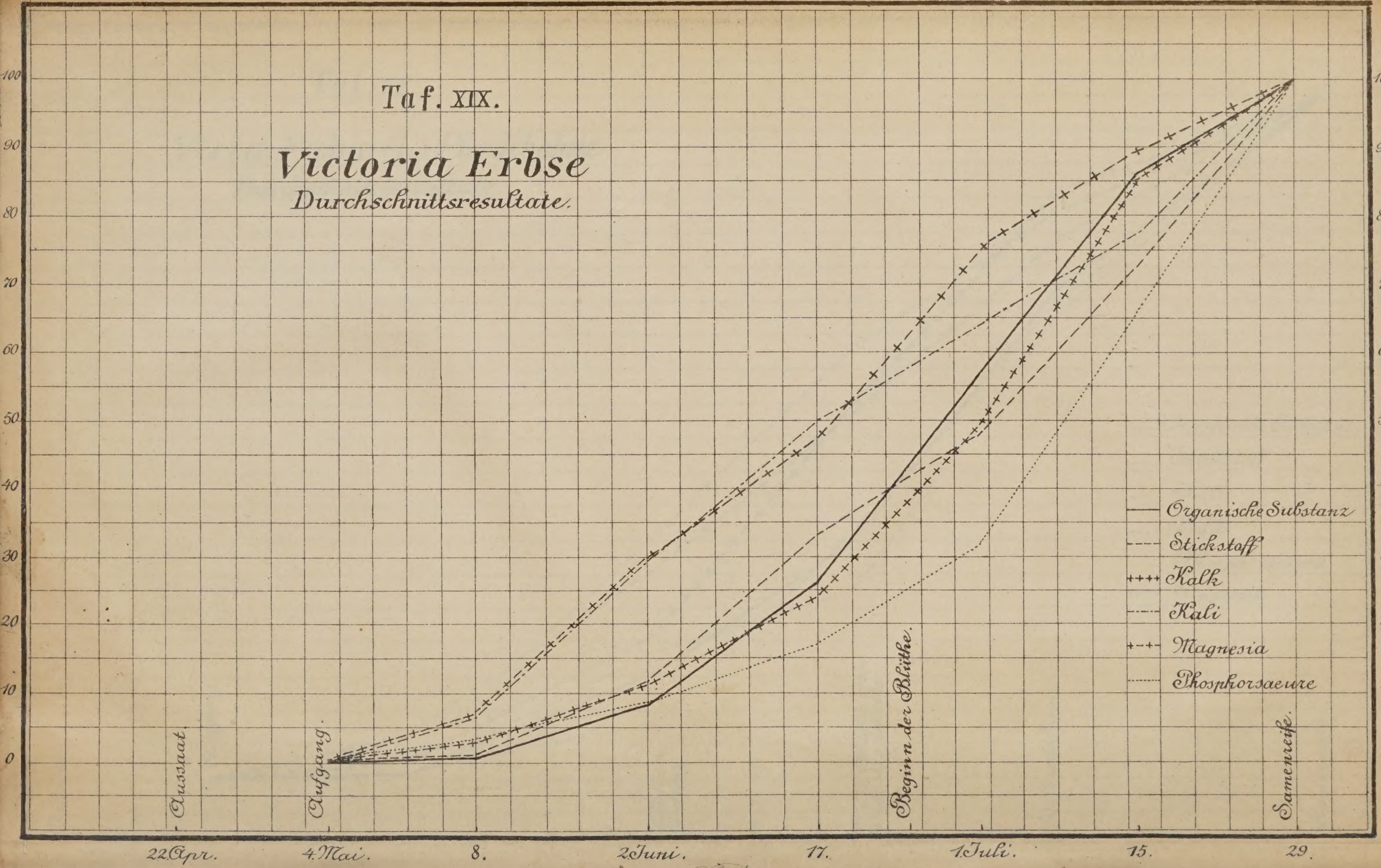
Taf. XVII.
Serradella
nach
Fittbogen.
Organische Substanz
Stickstoff
Phosphorsaeure
Kali
Kalk
Magnesia
Beginn der Blüthe
Volle Blüthe
Ende der Blüthe.
21. Mai.
18. Juli.
7. Aug.
3. Septbr.
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

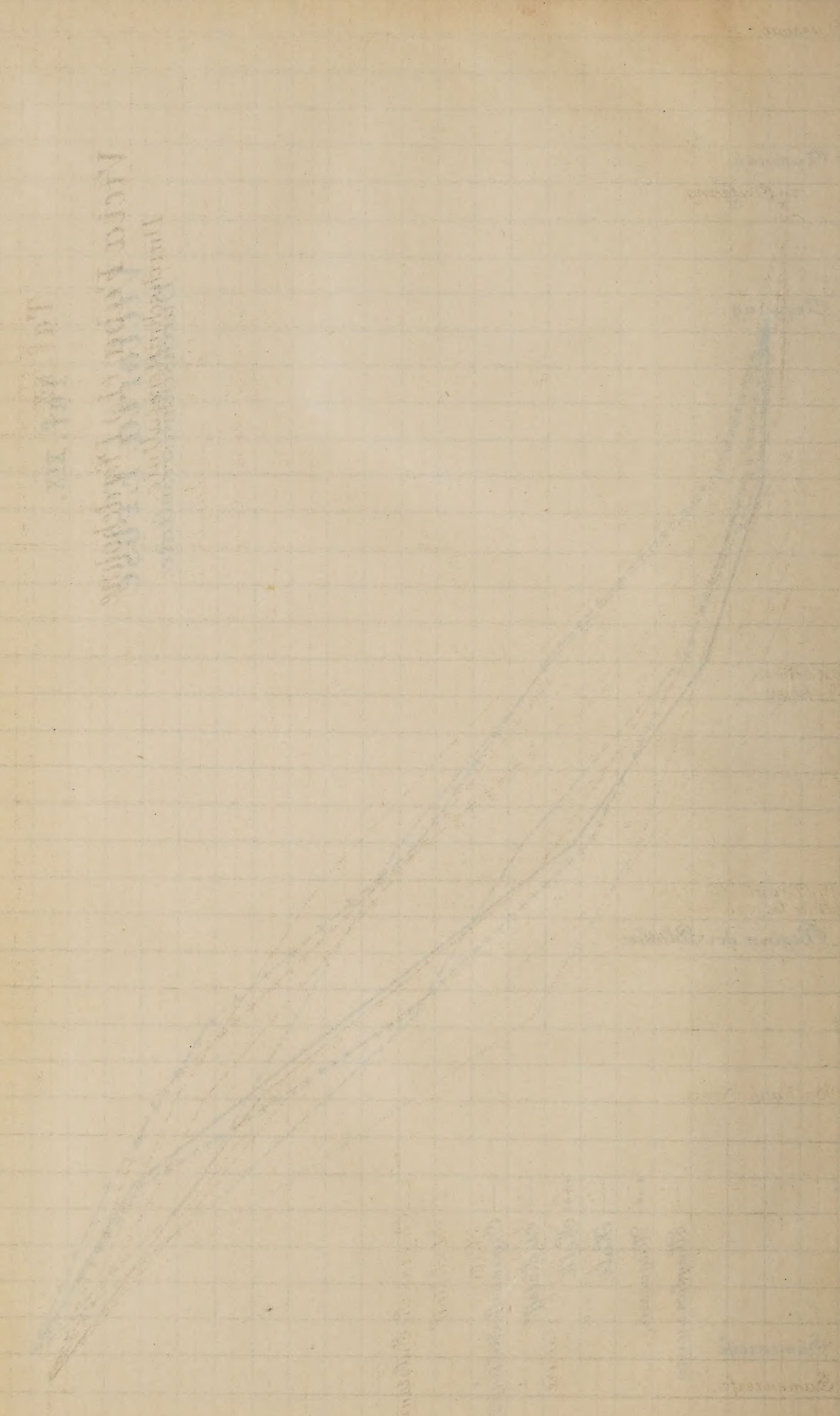


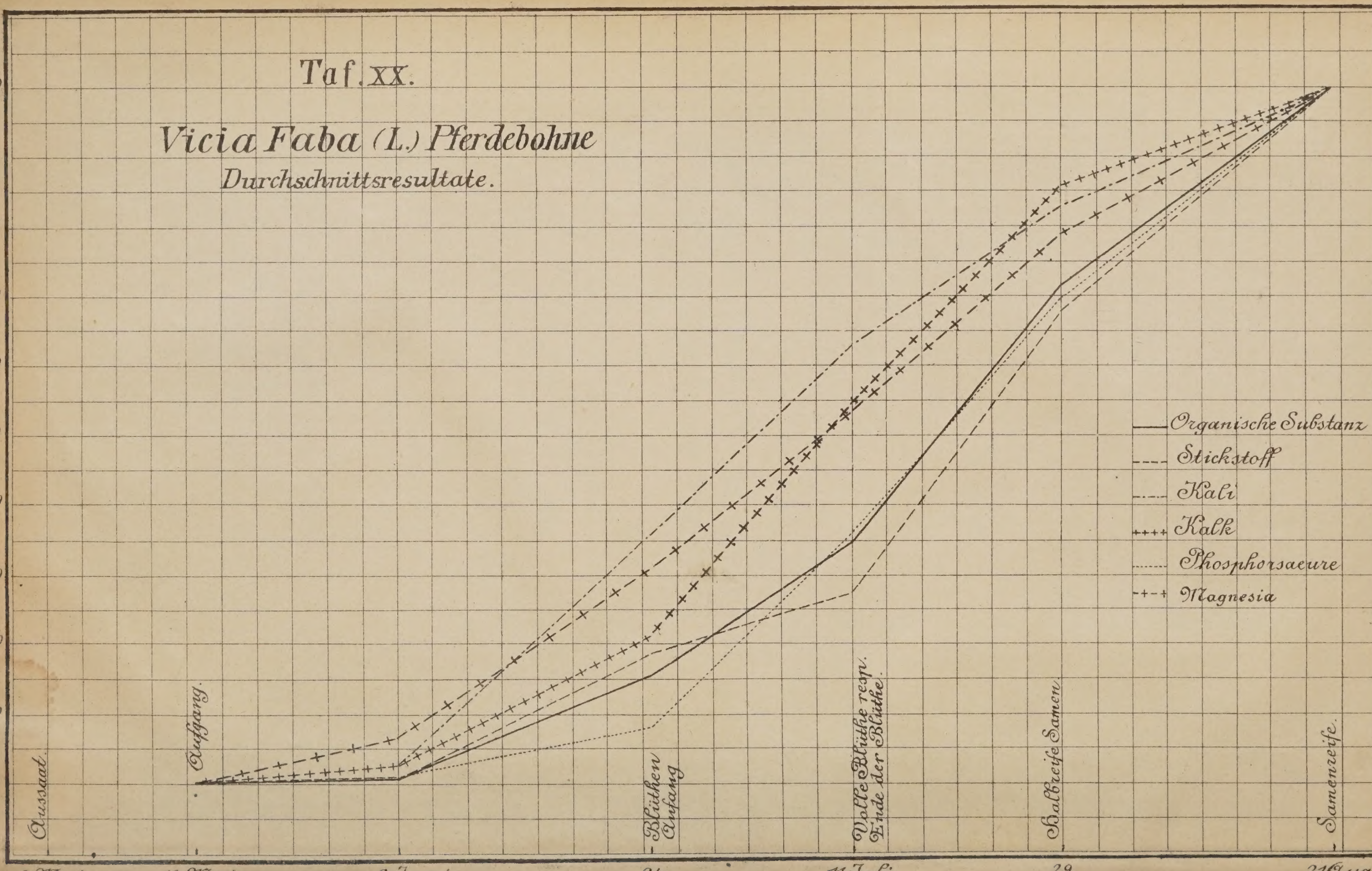


Taf. XVIII.
Lupine
nach
Baessler.
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Ungefähre Aufgangszeit Anfangs Juni.
Der Hauptstengel blüht.
Der Hauptstengel setzt Schoten an.
Die Seitenzweige blühen.
Der Hauptstengel hat reife Schoten.
Organische Substanz
Stickstoff
Kali
Phosphorsaeure
19 Aug.
3 Septbr.
14.
24.

Taf. XIX.


Victoria Erbse
Durchschnittsresultate.
Aussaat
Aufgang
Beginn der Blüthe.
Samenreife.
22. Apr.
4. Mai.
8.
2. Juni.
17.
1. Juli.
15.
29.
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Organische Substanz
Stickstoff
Kalk
Kali
Magnesia
Phosphorsaeure




Taf. XX.
Vicia Faba (L.) Pferdebohne
Durchschnittsresultate.
Organische Substanz
Stickstoff
Kali
Kalk
Phosphorsaeure
Magnesia
Aussaat.
Aufgang.
Blüthen Anfang
Volle Blüthe resp. Ende der Blüthe.
Halbreife Samen.
Samenreife.
16 Mai.
2 Juni.
24.
11 Juli.
29.
21 Aug.
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100